

الحيئات والصراع من أجل الحياة



المشروع القومي للترجمة



ترجمة
أحمد فوزي عبد الحميد

تأليف
براين جي فورد

المشروع القومي للترجمة

الحيينات

الصراع من أجل الحياة

تأليف : برايان ج. فورد

ترجمة : أحمد فوزى عبد الحميد



٢٠٠١

المشروع القومي للترجمة

إشراف : جابر عصفور

هذه ترجمة كاملة لكتاب

Genes : The Fight for Life

By

Brian J. Ford

Cassel (1999)

حقوق الترجمة والنشر بالعربية محفوظة للمجلس الأعلى للثقافة

شارع الجبلية بالأوبرا - الجزيرة - القاهرة ت ٧٣٥٢٣٩٦ فاكس ٧٣٥٨٠٨٤

El Gabalaya St. Opera House, El Gezira, Cairo

Tel : 7352396 Fax : 7358084 E. Mail : asfour @ onebox. com

تهدف إصدارات المشروع القومي للترجمة إلى تقديم كافة الاتجاهات والمذاهب الفكرية للقارئ العربي وتعريفه بها ، والأفكار التي تتضمنها هي اجتهادات أصحابها في ثقافتهم المختلفة ولا تعبر بالضرورة عن رأي المجلس الأعلى للثقافة .

تقديم

ينبغي أن يقرأ هذا الكتاب الرائع كل مهتم بالقوى التى يمكن للإنسان الآن ممارستها لتطوير وفهم الطبيعة الخاصة لتلك القوى، وأعتبر أن الربط بين مختلف الأفكار فى الموضوع، فى هذا الكتاب المتخصص ، قد شكل إنجازا حقيقيا يستحق الثناء؛ وقد قمت بقراءة مسودته خلال تنقلى بالمواصلات العامة، واستغرقت فى قراءته حتى فاتتني مرتين النزول فى المكان الذى كنت أقصده، وعلى أى حال، فقد عاوننى ذلك على هضم الثروة المعروضة به من الموضوعات والأقاصيص، كما أشاطر المؤلف فى كراهيته لكون البيولوجيا الجزيئية قد تم تقديمها ضمن العلوم البيولوجية على حساب الفهم للكيفية التى تعمل بها كل المخلوقات . ويشير المؤلف إلى أن أجسامنا هى تجميع للخلايا الحية، تستمر خلال سلوكها، فى ممارسة العديد من المهارات التى سبق اكتسابها فى مرحلة مبكرة من نشوئها . والأكثر إدهاشا، هو انتقال المبادئ العامة للمناعة، من التعرف على الخلايا الغريبة عن خلايا الجسم على المستوى الخلوى، إلى السلوك المميز للمجتمعات ، حيث ترفض القبيلة الأغراب غالبا، مع تأثير تخريبى. وتعتبر مادة هذا الكتاب جيدة .

هاينز وولف

تقدير وعرفان

من المستحيل إدراج كل من ساهم نصحه أو تأثيره في تحسين هذا الكتاب، من الجامعات والمعاهد التي قمت بزيارتها في جولاتي حول العالم، بالرغم من أنني أدين ديناً خاصاً للعاملين في جامعات كامبريدج وكارديف. ولمرة واحدة فقط، أود أن أحدد نفسي بذكر الذين أسدوا إلى النصح وساعدوني في إخراج هذا الكتاب إلى النور: زملائي الأستاذ الدكتور هاينز وولف، الذي هضم المسودة الأولى؛ روجر يستر، أخصائي الحاسوب (بكالوريوس) لنصحه المخلص المتواصل؛ كريمتي تامسين فورد (بكالوريوس) لتصحيحها للمسودات؛ ولوسي، ذات الثلاث سنوات، لصورتها الموجودة بصفحة من الكتاب؛ ودافيد ستون، لمهاراته في معالجة الأشكال؛ وإيرين ويليامز، لعملها في المراسلات الخاصة بي. وأدين بالشكر كذلك لمحري جرائد ومجلات: «التايمز، نيتشر، ذي منسا، بريتيش ميديكال، لندن إيفيننج ستاندارد، ساينتيفيك أميركان (العلوم الأمريكية)، بوز، وكذلك، البيولوجيست»، لسماحهم لي بتضمين مستخلصات من مقالاتي المنشورة لديهم. وكذلك أشكر ناشري كتبى - بما في ذلك كتب «الميكروبيولوجى، والغذاء (١٩٧٠)، قوة الميكروبات (١٩٧٦)، العدسة الوحيدة (١٩٨٥)، وأخيراً: الحقائق عن BSE (١٩٩٦)» - على عدد من الحقائق والأشكال والرسوم التوضيحية للمؤلف. وكذلك، فقد تم الإعراب عن بعض المفاهيم الرئيسية خلال اجتماعات بجامعة كامبريدج والإنتر-ميكرو بشيكاغو.

المؤلف

(١)

مقدمة

مرحبا بعصر جديد من البيولوجيا

يحمل القرن الواحد والعشرون فى طياته منظومة مذهلة من التقنيات الحديثة للتحكم فى الحياة ، والفرصة لإيجاد حلول لمشاكل هذا القرن التى تثقلنا بالأمراض . وكذلك سوف يحتاج منا ذلك القرن أن ننظر فى حياتنا بطريقة جديدة ، وفلسفات جديدة، لتساعدنا فى تفهم ما نكتشفه، خاصة لأن نشاط العمل فى تخصص البيولوجيا الجزيئية قد تراجع بالنسبة إلى تركيب الخلية أكثر وأكثر ، ولكن الذى أريده هنا هو مواعاة المعلومات الجديدة لأنماط أكبر .

وبينما تلتقط الألفية الثالثة أنفاسها، نفرق أنفسنا فى البيانات ، ونحتاج فى الوقت نفسه إلى أفكار تربط معلوماتنا التقنية العميقة عن الحياة، بفهم أوسع .

ويظن كثير من الناس أن الهندسة الوراثية أمر ينبغى الخوف منه ، وقد سبق أن قالوا ذلك عن الكهرباء والألومنيوم والسيارات، التى لولاها لما وصلت الحضارة الحديثة إلى هذا التقدم .

ولقد أخبرنا أن الهندسة الوراثية تستطيع إنجاز الكثير مما لا يستطيعه أبدا شخص بمفرده، ولكن ذلك ينطبق كذلك على مقص عادى؛ فقد أعلن أنها تمنح سلطة تقرير المصير، ولكن هكذا تعمل أجهزة دعم الحياة (الإعاشة الصناعية) . ويدعى الناس أن الهندسة الوراثية تتدخل فى عمل الطبيعة، ولكننا نفعل ذلك فى التبنى ، والتلقيح الصناعى ، ونخاف من إمكان أن يتجاوز ذلك قدراتنا الإنسانية على الفهم، ولكن، هكذا يعمل الحاسوب (الكمبيوتر)، ويقلق الناس من احتمال أن تخلق تطبيقات الهندسة الوراثية مشاكل غير متوقعة وطفرة غريبة الشكل – ولكن، هل شاهدت كلبا بكينيا يجاهد ليلتقط أنفاسه...؟

كل ما نحتاجه هو سيطرة واعية على هذه التطبيقات، فلا يمكن أن يتقبل الناس في هذا الزمن القانون الذى كان ساريا يوما ما، والذى كان يقضى بأن يسير المرء أمام السيارات حاملا راية التحذير ، بينما نتقبل اليوم أن يموت الناس ويصابوا من جراء صدم السيارات لهم، وكذلك من جراء تلوث الجو الناجم عن هذه السيارات، ونتقبل تدمير القرى واستنزاف المواد الخام .

ولا يمكن تبرير كل من هذين النقيضين المتطرفين، وإنما ينبغي أن نستخلص من ذلك عبرة ؛ أنه يتحتم علينا إنشاء نظام رشيد للسيطرة على العلوم التطبيقية - بحيث لا يعوق الفوائد الجلية التى تتحقق بين أيدينا، حيث يشكل تخفيف معاناة الناس فى مختلف أنحاء العالم، الجانب الطيب من الهندسة الوراثية ، لما يمثله ذلك من أمل الخلاص من أوجاعهم .

وأريد فى هذا الكتاب أن أحتفل بالقدرات الخارقة للخلية . فالنظر فى خلايانا سيعلمنا الكثير عن أنفسنا ، وقد لمس الكثيرون التماثل بين سلوك الإنسان والحيوان، وكذلك قدم علم الاجتماع الحيوى (السوشيوبولوجى) رؤية مذهشة للطبيعة الإنسانية، بحيث نحتاج الآن إلى فهم الجذور التى ينبع منها هذا السلوك .

وفى رأى أن سلوكنا مرآة لخواص الخلايا الحية ، فإذا فهمنا كيف تتفاعل الخلية ، فإننا نستطيع الإمساك بمفاتيح جذور حقيقة الطبيعة الإنسانية . فعند كل هذه الجذور توجد الجينات ، حاملة المعلومات المخزونة فى الخلايا الحية ، التى تشكل المدخل إلى تكوين حياة جديدة .

وبينما يغوص العلم الآن فى أعماق جزئيات الحياة، تنفق وقتا قليلا فى مواعة معلوماتنا مع بعضها مما يؤدي إلى أن تظل الحقائق عقيمة إلى أن نرتبها فى صورة قابلة للفهم . وآمل فى القرن القادم أن يتم النظر إلى العلم كتدريب مقدس، يبدأ فيه احتواء الأفكار الكبيرة الجديدة، فعام ٢٠٠٠ جدير بأن يبدئ قرنا للحكمة .

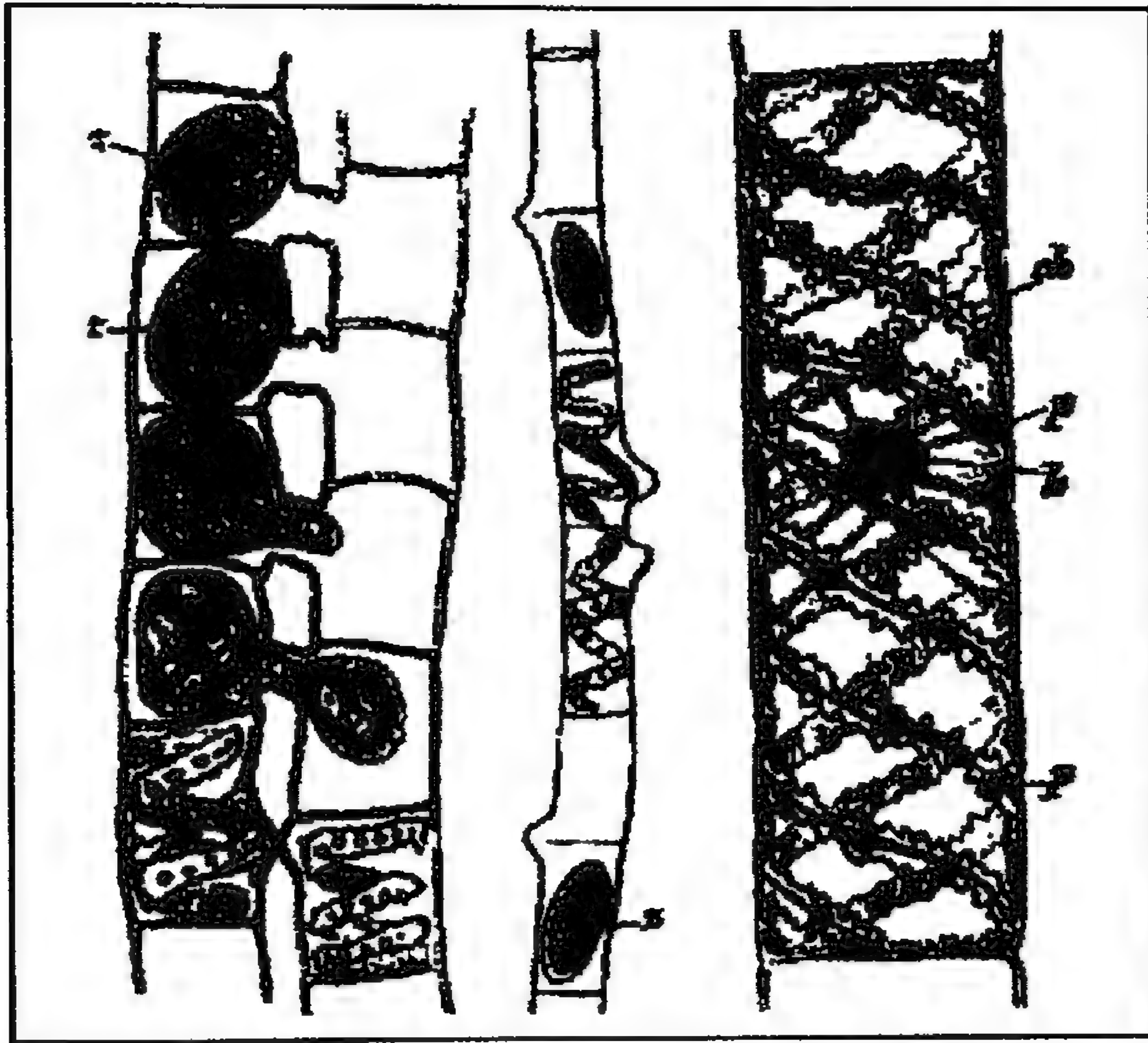
وقد شهد القرن السابع عشر مولد العلم الحديث ، وتقبل المجهر والتلسكوب ومبدأ التجريب . وفى ذلك القرن ، شاهدنا موجة لتصنيف النجوم والكواكب والمعادن والكائنات الحية والرحلات الاستكشافية العظمى التى فتحت آفاقا جديدة واسعة من استغلال الموارد والاكتشافات. وخلال القرن التاسع عشر، كنا نتعرف على تركيب

الحياة ، وماهية علوم الطبيعة، كما ازدهر علم الكيمياء الصناعية. وفي القرن العشرين ، شهدنا اكتشاف تركيب المادة: الألكترونات، والقوة النووية، والحواسب (الكمبيوترات) ، وتم كشف النقاب عن طائفة كبيرة مبهرة من تقنيات التحليل. كما جلب معه نظريات جديدة ملهمة في علم الفلك ، وفي كيفية تسخير الكيمياء لأغراضنا . كما بدأنا في بحث تركيب المادة الحية ، وفي فك طلاسم كيمياء الحياة . ولأول مرة قمنا بزيارة العوالم الأخرى .

ويبشر القرن الواحد والعشرون بنمو متفجر من الاكتشافات العلمية ، وكنا غالباً ما تختلط علينا الرؤية بما هو علمي حقاً . فالكثير مما يجري الآن على أنه علمي، هو في الواقع تقني (تكنولوجي) ، والآن ، وقد أصبحت لدينا تقنيات حديثة في التنقيب عن المعلومات في كيمياء الحياة ، ونقوم باكتشاف حقائق ثورية عن جيناتنا، فإنني أعتقد أن الحاجة الملحة هي تجميع كل هذه المعلومات في أنماط علمية يسهل على كل امرئ فهمها، ولا يزال العلم حتى الآن يعمل من منطلق الاختزال ، وغالباً ما نفقد رؤية الصورة الأكبر نتيجة لغوصنا في دراسة التفاصيل الأدق فالأدق ، ولذلك نحتاج إلى طريقة لفهم الموضوع فهما يربط الاكتشافات المشتتة معاً، ويصوغها في نسيج من الحقيقة، ويتم ذلك بتجميع خيوط الاكتشاف من المجالات العديدة المختلفة ، وبذلك ، يمكننا أن نبدأ في رؤية الكيفية التي تسير بها الحياة كما تجري فعلاً، ويوفر ذلك فرصة جديدة للإلهام المذهل والمجرد ، إذ أنه لا شيء أكثر إدهاشاً من جلال الحياة .

ولكننا بصدد مشكلة أن الجمهور يمول العلم من خلال إدراكه لغرضين - ليس فقط ليستمر العلم في طريقه، ولكن لأنهم مضطرون إلى تحمل تغيراته المتلاحقة . ويدفع الجمهور كذلك الأموال في الفن والرياضة والسياسة والاقتصاد ، بينما يمتاز العلم بأنه مقاوم للنزول على رغبات الناس . فبينما لا بد من نجاح المشروعات الكبرى في المجتمعات الإنسانية، وإلا فقدت الدعم ، وإذا لم تنتبه هذه المشروعات إلى رغبات الناس فهي معرضة لقوى التغيير ، فليست هذه الحال بالنسبة إلى العلم ، فالناس ببساطة يتحملون ذلك، وفي بعض الحالات يستمتعون بالجديد منه، حيث يبصرهم بأمور حياتهم التي تنشأ عادة من الأخطار الجديدة التي تفاجئنا، وينشأ التباعد بين الجماهير والعلم عن عدم قدرتها على متابعة ما يجري ، أنت تعلم عن حفر القمر وطريقة عمل النظام الرقمي، كما تعلم كذلك عن الخلايا الحية ، لكنك لا تستطيع أن

ترسم واحدة ، وعندما تعرض على الجمهور رياضة أو رقيقة حاسوب في إعلان تجاري بالتليفزيون ، فعادة تصور متقنة ، فإذا ظهرت جراثيم أو خلايا جلدك في الإعلان فكل ما نشاهد هو ثرثرة صور متحركة مع كاركاتيرات ضخمة للطبيعة، وبالرغم من أن كل فرد معرض للميكروبات ، إلا أن قليلا من الناس هم الذين لديهم فكرة عن مظهر هذه الميكروبات ، وكذلك فنحن مكونون من خلايا حية ، ومع ذلك ، فقليل من الناس من لديهم فكرة عن شكل الخلية الحية .



شكل (١)

التكاثر الجنسي بين النباتات وحيدة الخلية : يحتوي الطحلب المائي المسمى "سبيروجيرا" (إلى اليمين) على بلاستيدات خضراء حلزونية ، وظيفتها اقتناص طاقة الشمس . ويظهر هذا الحفر الفيكتوري بوضوح ، أن الخلايا تنمو في سلاسل ، وخلال الخريف يمكن أن ترتبط خليتان متلاصقتين معا (إلى اليسار) من خلال أنبوية تتكون لتوحد بين خلايا كل خيط، فتهاجر الخلايا الذكرية من خلال هذه الأنبوية لتتحد مع الخلايا الأنثوية (أقصى اليسار) ، مما يبين أنه حتى هذه النباتات الدقيقة تعتمد في تكاثرها على الجنس في إعادة ترتيب جيناتها .

ولا يساعد تسجيل العلم الناس على فهم مضمونه دائماً ، فببساطة ، نجد أن المقالات العلمية لا تحتوى فقط على أخطاء ، ولكنها حافلة بطبقات من الأغلاط ، وكل غلط يؤدي إلى ما بعده ، فتعرض الصحف اليومية تقارير عن ميكروب القولون المعروف باسم *E-coli* على الرغم من أن الطريقة الصحيحة الوحيدة لإظهار الاسم مطبوعاً في الصحيفة هي أن يكتب هذا الاسم والرقم المصاحب له بالأحرف المائلة هكذا : (*E.coli.157*) وبذلك تخطئ الصحيفة في كتابة اسم الميكروب بنفس الطريقة فيما لو كتبت اسم «bill-clinton» أو «tony- blair» بدلاً من «Bill Clinton» و «Tony Blair» في حين يدل ذلك الصفر (٠) بين *E coli* و ١٥٧ على الحرف «O» الأمر الذي يشكل خطأ من جهة الصحيفة. فإذا حملت نشرات الأخبار في التليفزيون خبراً عن هذا الميكروب قد تسمعونهم يصفونه بالفيروس المميت، وحتى لو كان هذا الوصف بالمميت خطأ، فهو ميكروب بكتيري وليس بفيروس. وتجلب الكتابة عن جرثومة ممرضة واحدة طبقات متراكبة من سوء الفهم يؤدي كل منها إلى المزيد من التخطي. ولا يبقى أمل في تفهم الناس لهذه الموضوعات عندما تكون هناك أخطاء عديدة من هذا النوع في وسائل توصيل المعلومات الصحيحة إلى القراء والمشاهدين . وإلى أن يتم فهم هذه الموضوعات ففرصة الناس قليلة للبدء في التأثير على العلم والسياسة العلمية ، فلدينا مثلاً في الوقت الراهن مسلسلات من الانفعالات المبالغ فيها ، فنستسلم للرعب إزاء قصاصات من معلومات عن نعجة مستنسخة ، بينما كنا نخلق أنواعاً جديدة منذ أعوام ، وبينما تشكل الجراثيم المكتشفة حديثاً مادة إخبارية، فمن الصعب على أي إنسان أن يعرف ماهيتها. وتحاول معظم العلوم المبسطة الإشارة العابرة إلى الأسماء اللاتينية؛ فعلى سبيل المثال ، تحتشد مراكز بيع نباتات الزينة في الأسواق الكبيرة (السوبر ماركت) بأناس ممن يهون شراء هذه النباتات والعناية بها تماماً كما يفعلون مع الأطفال، ولكنهم يرتعدون من الأسماء الديناميكية لهذه النباتات. ولذلك، حاولت قدر الإمكان تجنب استخدام تلك الأسماء، رغم أنني لست ضد ذلك عند الكتابة العلمية المتخصصة – ولذا ، يخلو كتابي هذا من المصطلحات المعقدة عن الخلايا وكيفية أدائها لوظائفها . وعلى كل حال، تحيل موجة الأمراض الحديثة أعمدة كثيرة في الطب إلى ما يشبه كتالوجا للبستنة ، مع أن الأسماء اللاتينية هي جزء من الثقافة العامة .

ويتناول هذا الكتاب المنجزات في علوم الحياة، ومجموعات من الموضوعات التي سوف يحتاج القارئ إلى معرفتها في هذا القرن الجديد. ويتقبل كل امرئ فكرة صعوبة

متابعة العلم ، ولكننا كذلك لابد أن نواجه حقيقة أن معظم العلماء يفشلون في فهم الجمهور، فهم يتصرفون كما لو كان لهم الحق فيما يفعلون غير آبهين بترك الناس تجد بطريقتها ما تريده . وتحل الأمثال في الحياة العامة محل الحقائق ؛ ففي اجتماع منذ زمن قريب قام المحاضر بتذكير الحاضرين بأن تدريس العلوم للصغار أمر بالغ الصعوبة، وهذا أمر مناف للعقل، فأعضاء المجتمع الصغار يجدون العلم مشوقا، وهو مفهوم جديد يعزز الفكرة عن الأسلوب الذي ينظرون به إلى الحياة، فهم معتابون على مخرجات عصر العلم (المضادات الحيوية والحواسب) ، ويستخدمون العلم يوميا في شئونهم الحياتية (من آلات صرف النقود في البنوك الشخصية إلى التليفونات المحمولة)، وهم يضحكون حتى على ذلك، وفي الكوميديا البريطانية التي تسخر من المعتقدات التقليدية لكل المطبوعات الشبابية، نجد أن جوني إرتبانز يحوز جهازا لفصل وتحليل الغازات جعله والده ملائما للإنذار بانبعاث الغازات الكريهة الرائحة ليهربا قبل أن يحرجا الأسرة . وفي فيلم للصور المتحركة ظهر عالم في معطفه الأبيض ينظر خلال مجهر على مائدة في وسط مرعى حينما جاءه صغير يسأل : «أخبرني يا أستاذ كم لك من الزمن تعمل في هذا المجال؟». ويلقى المهرجون في نوادي الكوميديا نكاتا حول الجينات والثقوب السوداء في ثرثرتهم ، بينما أصبحت الروايات المثيرة المبنية على العلم في التليفزيون محببة إلى نفوس المشاهدين الصغار، وكذلك بعض الأفلام الناجحة نجاحا متميزا مثل (حديقة الديناصورات) ، و (جيمس بوند) حيث تؤسس الخطوط القصصية على العلم ، ومنذ أن وضع توماس دولبي علي لسان بطله ماجنس بايك كلمات : «أعمتني بالعلم» ، أصبحت علامة مميزة للمشهد الموسيقي المحبوب .

ويقوم صدام كبير - خاصة في الولايات المتحدة الأمريكية - بين العلم والدين، حيث يبدو أن كطرفي نقيض غير قابلين للتوفيق بينهما، لكن لا يمكن أن يكون هذا الكلام صحيحا ، فإذا كانت التصورات الدينية تصر على أن أنصار فكرة الخلق يدافعون عن الإيمان، فلم لا يتقبلون فكرة التطور؟ وبما أن الخالق قد خلق كل شيء، فبالتالي ، خلق التطور. وكثير من أصحاب السلطات العلمية يصرون على أن المعرفة بالتعقيدات في الخلية الحية تدمر الغموض والإحساس بالدهشة اللذين قد يمارسهما شخص علماني .

ولكن ليست هذه هي القضية ، فعندما تمسك بإحكام بآلية في الخلية الحية ، يمكنك أن تبدأ في تقدير عجائب الحياة ، فتضيف حقيقة أن نظاما مذهشا من أزهار

الربيع والفراشات المرفرفة تتطور من تلك الشفرات البسيطة وتلك الكيمياء الأساسية ،
وتضيف إلى الإحساس بالعجب الذي يشعر به كل من يعمل في علوم الحياة .

ويشوش الاعتقاد المتنامي بموت نظرية الخلية ، مع خلو مفهوم الخلية من
المضمون - على حد قول إحدى المطبوعات - حقيقة الخلية كمركز للتركيب والعمل،
وعلى العكس ، فأنا أعتقد أننا يمكننا فهم أنفسنا فقط كتعبيرات عن الخلايا التي
نتكون منها، فكل ما نفعله هو انعكاس للخلايا المنفصلة التي تجعلنا ألعانها الراقصة
ما نحن عليه. واليوم، ينظر إلى الخلية على أنها نظام كيميائي مليء بالقوة والنشاط،
فيتلقى الشباب معلومات عن الحامض النووي «دنا» (DNA) والإنزيمات، ولكنهم لا يرون
إلا قليلا من تعقيدات الحياة، وكثير من العلم الحديث لا يعد من هذا النوع المتعمق، فهو
عبارة عن تكنولوجيا عملية ذات نظام كثير الاختلاف ، فالتقنيون الذين نخطئ
بوضعهم في مصاف العلماء، يقومون بتحليل المكونات في الخلية ويسجلون ما يرون،
بيد أن هذه الطريقة لا تؤدي إلى فهم الحياة حولنا بشكل كلي ، ولا بد أن يصبح هذا
الفهم مهمة العلماء في الألفية الثالثة. فالحياة مبنية على الأنشطة العلمية التي تؤدي
إلى اتخاذ القرار داخليا بواسطة الخلايا التي يتكون منها محيطنا الحيوي . وهي لا
تزال تنظم هذا العالم . فالحياة هي هيكل القدرات العديدة، فيمكنها بناء أجنحة
وأطراف لكائنات تستخدمهم في التحليق والطيران، وكذلك البحث عن العصي التي تبنى
بها المنازل والحوائط الحجرية للحماية ، كما تصنع كرات زجاجية رقيقة ذات دقة بالغة
التعقيد، ولا تتردد في التضحية بأنفسها لصالح جنسها، وبعكس الإنسان ، تستطيع
هذه الكائنات أن تنظم معدلات تكاثرها طبقا للكمية المتاحة من الغذاء ، ويستطيع
الكثير منها تخليق كبسولة فضائية مختومة بطريقة سحرية تعيش لفترات طويلة عند
حدوث تمزق في البيئة المحيطة بها، فمن الأكيد أن هذه الخلايا تملك إحساسا بتلك
البيئة، كذلك لدى بعض الميكروبات القدرة على الإحساس بجاذبية المغناطيس أو الرؤية
لمكان توجهها .

ويستهوينا النظر إلى الأميبا، وهي الكائن البسيط الذي يزيد قليلا عن نقطة من
البلازما التي يحاكي تعقيدها حقيقة تعقيد الحياة، فتعقيدها لا يخفى مع كونها
مضغوطة. وتتكون الأميبا من رأس وذيل يحويهما كيس ، وتحاول البحث عن طريقها
لخارج هذا الكيس ، ويمكن لأي شخص بمساعدة عصوين ورباط مطاط أن يعرض
لكيفية سير الإنسان، ولكن الأكثر صعوبة ، عرض نموذج لقدرة خلية أميبا مائية على

التكاثر، بإيجاد وقبول شريك جنسى، وأحيانا ، لكى يتم الاتحاد بأعداد كبيرة لتكوين جسم كبير تتجه باحثة عن مكان للتكاثر.

وهذه هى الطريقة التى يمكن بها المزاوجة بين هذين المفهومين المتعارضين لخلية البيضة حديثة التلقيح، حيث تمثل تلك النقطة الصغيرة المسماة بـ(الزيجوت) ، بذرة لحياة جديدة تتكشف منها كل الخلايا المتخصصة مكونة كائنات عديدة الخلايا عن طريق تفعيل وظائف متخصصة من بين جملة خلايا الكائن، بينما تكبت تلك الوظائف غير الملائمة لذلك العضو وترسلها إلى مكانها الملائم. ويمثل التكشف التابع الطبيعى للتطور - فى خلية تجمع القدرات المتعددة لصفات الكائن الموائمة له من الناحية العملية، بعكس فكرة الاختزال .

وأعتقد أننا يمكننا البدء فى مناقشة قضية تفهقر مفهوم الخلية والانتقال إلى عظمة الكائنات عديدة الخلايا ؛ فقدرة الخلايا العديدة على بناء مجتمعات كما يفعل الناس، تقدم منظورا مقدسا لصور الحياة الأرقى، فيمكننا عن طريق فهم نظام عمل الخلية استقراء ذلك النظام فى الأجناس عديدة الخلايا ، كما يمكننا من دراسة ذلك النظام فى الخلايا الوحيدة أن نضع تصورا لنموذج المجتمع، فكل ما يحدث من الكائنات الحية هو تعبير عن وظائف تقوم بها الخلايا الوحيدة التى يتكون منها هذا الكائن؛ وعلى سبيل المثال، نجد حيوانين من نوات الأهداب أثناء قيامهما بالحصول على الغذاء يقطعان ذلك فجأة ويقوم أحدهما بالتزاوج مع آخر يتعرف عليه ويختاره ، مما يعكس سلوك الرغبة والتزاوج، تماما كما فى الكائنات الأكثر تعقيدا .

وإذا كان الخلود يبهرك ، فاعلم بأن الجنس الإنسانى لا يموت فى هذه الدنيا، فمثلا؛ تعيش الكائنات وحيدة الخلية فى البرك بنظام يشبه نظام الخلايا الجرثومية ، أى البويضة والحيوان المنوى، فاستمراريتها فى البقاء ، هى التى تخلق الجيل التالى الذى يحمل مادتنا التى تتجدد وتعيش بعدما يدركنا الموت .

ونحن نمثل المرحلة التى يتم فيها تكوين البذرة أو الجرثومة التى يعتمد عليها بناء تلك الخلايا البسيطة، ولو أنك ركزت اهتمامك على الخلايا الجرثومية للإنسان ، لوجدت أنها تسبح فى حساء ، مثلها مثل أنواع الميكروبات منذ آلاف السنين ، فإنما نحن طور ساكن من أجسام مثمرة أدركتها الشيخوخة لتواجه قدرا محتوما ومحزنا من توريث صفاتنا للجيل التالى، ومثل الناس فى هذه الدنيا كمثل القشرة المستهلكة للثمرة،

المزودة بخلايا جرثومية لتتابع البقاء وتظل خالدة ، وهذا هو واقع نوعنا الإنسانى ، حيث تزيد مادة الخلايا عن أعدادنا ، بحيث إذا انتهت الحياة الإنسانية غدا ، فلن يكون الفرق ملحوظا بسهولة فى كوكبنا ، أو من مراقب فى كوكب بعيد .

وقد طورت الكائنات قدرتها على التمييز بين أفراد نوعها والأفراد من الأنواع الأخرى ، منذ أقدم وأبسط صور الحياة ، وكان هذا مما لا غنى عنه للبقاء ، فهى صفة تشكل خاصية أساسية تميز الكائن الحى من الميت ، مثلها كمثّل التكاثر والإخراج والتنفس ، فتحتوى الكائنات الحية على جينات تسمح لها بالتعرف على الفروق بين نفس النوع والأنواع الأخرى المخالفة ، ويمكن ملاحظة هذه الخاصية حينما يأتى الوقت لاختيار الشريك ، إذ يظهر الكائن القدرة على رفض الطراز غير الموافق له . وتملك الخلايا قدرة بالغة الدقة على تمييز الأغيار ، وتستطيع بواسطة نظام المناعة التخلص بقوة من أنواع تلك الخلايا .

وتوجد نفس هذه النزعة إلى رفض الأفراد الذين لا ينتمون إلى نفس النوع فى كل مجتمعات الكائنات الحية . وعلى سبيل المثال ، سنرى أن النحلة تستطيع الاهتداء إلى خليتها فى خضم اضطراب الجماعة . ويمكن التمييز بين أنواع الحشرة القافزة (النطاط) المتشابهة فى الشكل ، عن طريق اختلاف الأصوات التى تنبعث عن احتكاك أجنحتها بأرجلها . ويشكل هذا الرفض الغريزى للنوع المخالف أهم الخواص الأساسية للحياة ، فهو المفهوم الموحد الذى يشمل علوم الحياة ، مما يجعلها المنطقة التى يمكن عندها أن تلتقى النظرية المنهجية مع تطبيقاتها حتى على العلاقات بين الدول . وكذا يمكن لعلوم الحياة أن تقدم فهما لجذور الصراع الإنسانى . والذى أريد أن أظهره هنا أننا يمكننا فهم أنفسنا فقط إذا اعتبرنا أن تصرفاتنا هى تعبير عن خلايانا التى تتكون منها ، فكل ما نفعل هو انعكاس لسلوك الخلايا الوحيدة التى تجعلنا تداخلاتها الموسيقية ما نحن عليه .

ويتألف الطريق إلى فهم الجينات من خطوات أطول مما قد نتخيل ، فقد بدأت منذ آلاف السنين ، حينما سجل الكتاب القدماء طرزا غير متوقعة من الوراثة وبدأوا فى تربية الأنواع المستأنسة التى تعتمد عليها الزراعة الحديثة . وقد تم اكتشاف الخلية عام ١٦٦٣ ، ثم بدأ إعداد خرائط الصبغيات (الكروموزومات) قبل الحرب العالمية الأولى ، ومن قبل ذلك ، كان العلماء يدرسون طبيعة الحامض النووى «دنا» ، وتحفل القصة كلها

بالمفارقات والشخصيات التي عملت وتحدثت التعليمات التي كانت سائدة في ذلك الوقت. وفي بعض الأحيان ، كانت تعمل تحت ظروف شحيحة الإمكانيات ، مع الضغط العدائي من السلطة المعنية . وتتميز هذه القصة الطويلة بالتنافس الشخصي ، وكذلك بالتجرد للعلم وطلب المعرفة. وكانت النجاحات كبيرة القيمة، فقد منحت جوائز نوبل للعلماء الذين عملوا في الميدان ، وأحيانا كانت المكافأة المالية تقسم بين زملاء عملوا في نفس المجال (في إحدى المرات اقتسم الجائزة أب وابنه في نفس الفريق البحثي). ويعني هذا التأكيد على البنية الاجتماعية للبحث العلمي في ذلك الزمن الكثير لنا الآن، فلا يتعلم تلاميذ المدارس في هذه الأيام إلا القليل عن الحياة، وكذلك الحال بالنسبة للمراهقين الأكبر سنا ، فهم ضائعون فيما يختص بمعرفة النباتات والحيوانات المحيطة بهم. وقد تم استبعاد الفهم الكامل للحياة حولنا بتحويل الموضوع القديم عن «دراسة الطبيعة» إلى «دراسات بيئية»، كما تم ملء الفراغ الذي نجم الآن بمنهج «البيولوجيا الجزيئية الحديثة فيما حولنا» في المدارس. ولعل أبسط وأغنى الخبرات الحيوية التي يمكن تقديمها لطفل هو منظر الخلايا الحية تحت المجهر، فنقطة ماء من بركة ، هي أكثر المشاهد إنذالا، ولكننا قليلا ما نعمل للكشف للناس عن ماهية الخلايا نفسها ، بالرغم مما نعلنه عن قدرتنا على النفاذ إلى الآلية التي تعمل بها الخلية؛ فالخلية الحية، هي المفهوم الأساسي الذي أسست عليه الحياة على الأرض منذ بدأ تكشف أصناف الخلايا في الوجود، وهذا هو المفتاح الحقيقي الهام في هذا الصدد ، وقد حان وقت استخدامه لتحرير المعلومات المتعلقة بالخلايا وعرضها على جمهور جديد من المشاهدين .

والآن ، أود أن أتقدم إلى مرحلة تالية ؛ فهذا الكتاب يعرض منظورا مقدسا للحياة، ويتساءل عما إذا كنا سنضع معرفتنا الجديدة في المكان الصحيح من منظومة المعرفة، فحقيقة الأمر أن الحياة كلها تسهم في التعبير عن النزعات الشائعة ، فنرى كيف يتم تعرف الخلايا الوحيدة على بعضها ، وكيف تتصل ببعضها ، بنفس ما يحدث بين آدميين ، ويظهر جليا في النزاعات القبلية والصراعات العرقية ، وما إلى ذلك ؛ وبذلك ، فإن استمراريتنا مسطورة في جيناتنا . وتقوم الجينات بخدمة مجتمعات الخلايا ، فهي بعيدة كل البعد عن الأنانية ، ويشبه أحدهم تخيل وجود الجين في خدمة الحياة بالتظاهر بأن العطلات اخترعت من أجل جوازات السفر ، وليس العكس ؛ فالحياة معقدة بدرجة أكثر من أن تفسرها تلك الأفكار البسيطة ، فيمكن لجين مسيطر

أن يحيلنا أناسا آليين. وعلى أى حال، لا تعكس هذه الفكرة الغامضة عن «أنانية الجين» الحقيقة التى يمكننا ملاحظتها، فبينما كنت أكتب هذا التقرير، قرأت تقاريرَ صحفية عن قطة شجاعة ناضلت لتشق طريقها خلال لهب حريق شب فى أحد المنازل كى تنقذ قطيطاتها، وقد فقدت كل فروتها تقريبا ، كما أصيبت بحروق بالغة لم يكن منتظرا معها أن تشفى ، بعكس ما حدث، وهذا كفيل بهدم نظرية «الجين الأنانى» التى لا تملك الرد على هذه الواقعة ، فقد كان يمكن أن تتصرف القطة تصرفا أفضل مما فعلته ، بأن تمكث بعيدة عن النار ، ثم تنجب مزيدا من القطيطات فيما بعد ، فى حين أنها عندما حاولت إنقاذهم خاطرت بالهلاك معهم فى النار، وبذلك كانت ستقضى على صفاتها وصفاتهم الجينية، التى تعزى إليها الشجاعة التى أظهرتها ، إذا كانت هذه الصفات محكومة بجين ، مما كان سيؤدى بهذا الجين إلى الانقراض ، حيث إن القطط الجبابة التى تجنبت النيران هى التى تستمر سلالتها فى البقاء ، وسوف ينكر أنصار «الجين الأنانى» أن الجينات هى التى دفعتها إلى هذه المخاطرة الرهيبة، ولكن هذا يستلزم بعدا إضافيا سحريا، فلو لم تخاطر القطة ، لبقيت سليمة، والجينات التى كانت ستمنعها من البقاء على قيد الحياة، بالجرى فى النار، كان مصدرها رفيقها ، والد القطيطات . ولناقشة أن هذه الجينات قد أثرت على أفعالها قد يفترض نوعا من السلوك المرضى ، الذى لا يقوم عليه أى دليل ، فلو كانت الجينات «أنانية» ، لدفعت الأم إلى الجرى والاختفاء ، وربما يموت النسل ، ولكن الجينات الأبوية كانت ستحفظ للمستقبل ، ولكن كان من الممكن أن يموت الكل بالمخاطرة بإنقاذ الصغار ويتم تدمير الجينات معهم .

وتحفل الثقافات الشعبية غالبا بأصدااء ثقافة العصر، حيث أصبح «الجين الأنانى» مفهوما عصريا حين طغت أخلاقيات الأنانية والتركيز على الذات على العلاقات الشخصية، وتدعم نماذج الحاسوب هذه الأخلاقيات ، إلا أنه يجب ألا يقودك هذا للاعتقاد بصحة هذه النظرة ، فنماذج الحاسوب ليست إلا نتاج تصميم آدمى وتعمل كنموذج نظرى، فهى ليست مبنية على حقيقة ما يحدث فى العالم، ولو أنها تكون أحيانا على علاقة به ، ولكن الحقيقة المجردة ، هى أن مجرد مواءمة نموذج ما للنمط السائد لا تصلح كدليل على أن هذا النموذج يقدم التفسير الصحيح .

وسوف نرى أن «الإيثار» هو مفتاح لعامل يشكل دافعا للسلوك فى الحياة ، وأعتقد أن الطبيعة الإنسانية غنية بنبض العطاء الذى يميل العصر الحديث إلى شجبه بقسوة .

وسوف نستعرض فى هذا الكتاب الأدلة المؤيدة للافتراض الذى سبق وضعه فى القرن التاسع عشر ، القائل : بأن التطور الحديث للخلايا التى قطعت فى تكشفها شوطا بعيدا كان قد حدث، بينما كانت الخلايا الأسبق وجودا تبدأ فى التواجد معها فى نفس الغلاف، فلا تزال الميتوكوندريات – التى تعمل كمخزن لطاقة فى الخلية – تحتوى على آثار من الجينات البدائية – ولكن فقد معظمها، فإذا كانت هذه «الجينات الأنانية» ضمن بعضها لكانت أكدت تكاثرها لا اندثارها ، فعلة وجودنا هى إكتار هذه الخلايا ، وعلى ذلك ، فليس الجين أكثر من أحد مكونات تسليح هذا الكائن، ولكن ليس بسيدته .

ولا تقوم الحياة على مجرد تفاعلات كيميائية منفصلة وقابلة للتعريف ، بل توجد فى الجلال المزدهر للخلية الحية ، التى يتكون الإنسان من مجموعاتا ، وهذه المجموعات هى التى تتحكم فى طبيعتنا، فتعزى هوية الشخص إلى الخلايا الحية التى اندمجت لتكوّن الجيل الجديد ، الذى يصبح أحد أفراد الشخص الجديد . ولما كان الإنسان يتطلع إلى الخلود منذ عهد بعيد، فالآن، يمكننا أن نرى أننا كنا دائما خالدين ، حيث لا موت للخلايا المتكاثرة.

واعتقد أن سلوكنا ليس إلا انعكاسا لنزعات كل خلية فى أجسامنا ، ولهذا ، فإن طبيعتنا الإنسانية غنية بأكثر من صدى لسلوكها .

(٢)

اكتشاف الخلية

بدأت قصة الخلية فى أبريل ١٦٦٣، على يد شاب يدعى «روبرت هوك» (١٦٣٥-١٧٠٣)، عندما كان يعمل على مجهره الجديد تحت رعاية الجمعية الملكية بلندن. ولد «هوك» فى جزيرة «وايت»، وتعلم فى لندن وأكسفورد، حيث أصبح مساعدا لروبرت بويل، الكيميائى الرائد، وانتقل فى العشرين من عمره مع بويل إلى لندن، حيث عينته الجمعية الملكية الجديدة معيدا، وفى مارس ١٦٦٣، عندما كلف بالقيام بإجراء عروض مجهرية أسبوعية، كانت فاتحة لعصر جديد من العلم .

كان هوك شابا مُجِدًّا ورجل صناعة مسئولاً عن بعض الأعمال الابتكارية الدقيقة، التى أثمرت القانون المعروف باسم «قانون هوك» والذى يفسر سر مرونة الزنبرك، ولم يمض أسبوعان على تعيينه حتى عرض فى إحدى محاضراته طحلبا تحت المجهر، ونشر نقش هذه الصورة فى كتابه المشهور «ميكروجرافيا» فى عام ١٦٦٥، حيث تحتوى الرسوم وريقات الطحلب، مرسومة بوضوح متقن، وتبين تكون الوريقة من وحدات دقيقة موحدة الأبعاد ، تشبه قوالب من الآجر فى حائط .

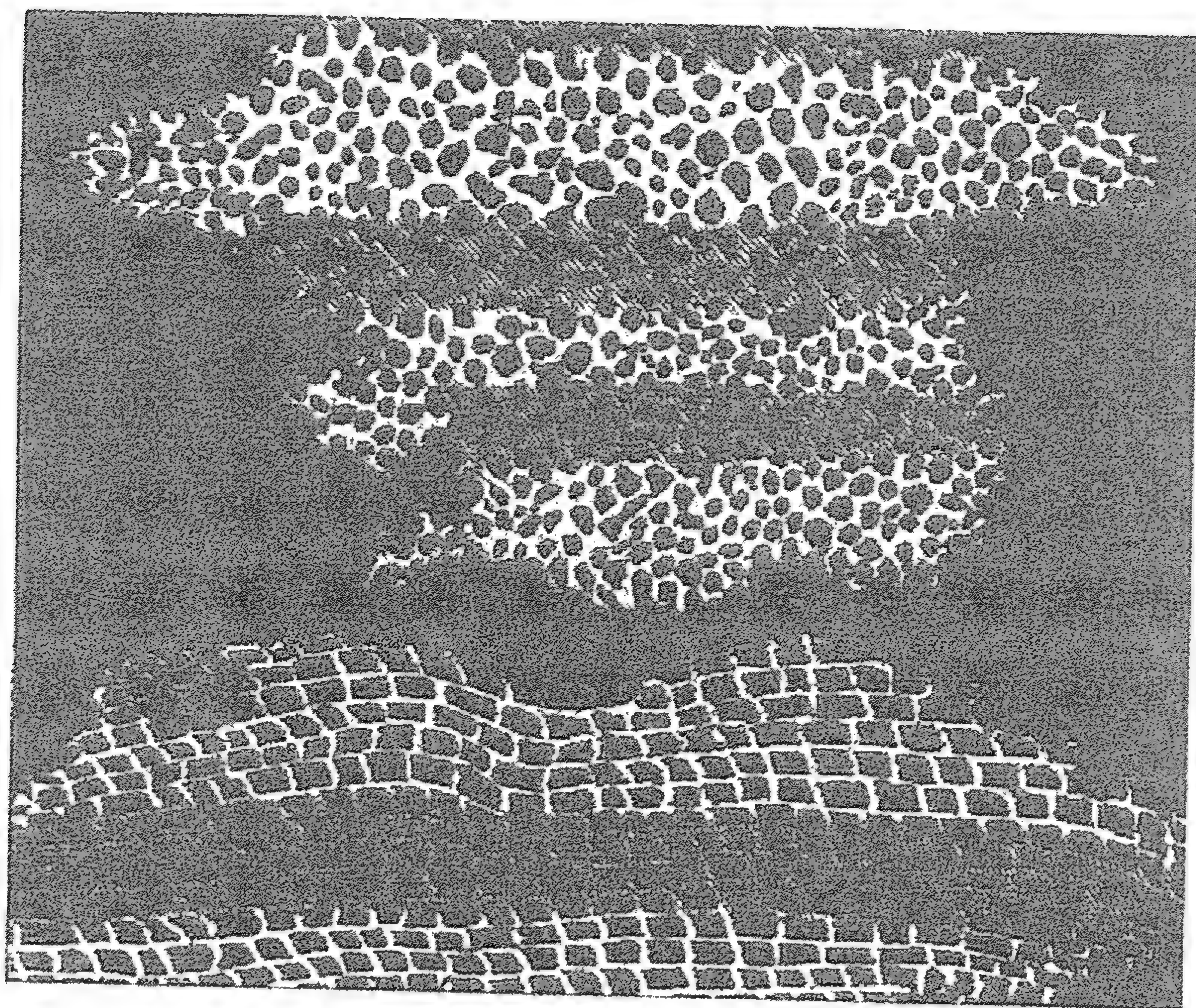
ثم عاد للأسبوع التالى فى ١٣ ابريل يبحث آخر يبين التكوينات الدقيقة لتلك الوحدات، وفى هذه المرة أعد قطاعا دقيقا فى فللين غطاء زجاجة، وكانت أشكال تلك الوحدات تشبه غرضا مربعة دقيقة، فسمّاها لذلك «خلايا» أو «زنزانات»، وهذا هو المصطلح المستخدم الآن فى علوم الحياة، وفى نفس الوقت، ضمن علمه فى كتابه الضخم «الميكروجرافيا»، الذى يمتد ٣٠ بوصة فى الطول ويزن ٣ أرطال ومطبوع بتاريخ ١٦٦٥، رغم أن توزيعه الفعلى تم فى أكتوبر من العام السابق، وذلك لأن هوك كان قد خطط قبل الشروع فى تأليفه، لبعض الدراسات للسوق، ليتأكد من غياب أى احتمال لصدر كتاب منافس، ربما يدمر فرصته فى بيع الكتاب، وبذلك عدّ هوك أسرع بائع .



شكل (٢)

اكتشاف الخلايا الحية فى عصر يوم ٨ أبريل ١٦٦٣ عرض روبرت هوك رسما لقطعة من طحلب الحائط لزملائه بالجمعية الملكية فى لندن ، موضحا فيه وجود خلايا حية، مصفوفة معا مثل قوالب الأجر، حيث بشر هذا المنظر الطبيعى بعصر جديد للعلم ، فهو يعطينا انطباعا مباشرا عن الحجم الحقيقى للخلايا يتناسب مع حجم الطحلب الصغير والمألوف لمعظم الناس .

ويحوى هذا الكتاب عددا من صور الرسوم بالغة الحيوية (تتضمن دراسات لعدد من الموضوعات المؤلم تناولها ، بما فى ذلك البراغيث والقمل) ، على صفحات بلغت من الكبر أنها لا بد أن تطوى مرتين ليغطيها الغلاف، وقد كتب أحد المشتريين، وهو صامويل بيبى، فى مذكراته: أن هذا الكتاب هو أفضل من أى كتاب آخر اشتراه، فقد جلس ليلة ونصف ليقرأه، وساعده على ذلك أنه كان يملك مجهرا منذ التحاقه بالبحرية. وبلغ هذا الكتاب من النجاح درجة أنه أعيد طبعه للمرة الثانية فى ١٦٦٧، وبعد ٧٠ عاما أعيد طبع الرسوم المحفورة تحت اسم «ميكروجرافيا رستوراتا» مع طبعات أخرى أعقبتها فى ١٧٤٥ و ١٧٨٠، ثم تلتها طبعات أخرى تم إصدارها عن الكتاب الأصلي بالفاكسميلي فى القرن العشرين، مما جعل هذا الكتاب من أنجح الكتب العلمية على الإطلاق .



شكل (٣)

تسمية الخلية هذه دراسة للخلايا منحتها اسمها الحديث ، وتظهر قطاعا دقيقا من الفلين (مقطع باليد باستخدام شفرة حلاقة)، وقد صاغ روبرت هوك هذا الاسم فى أبريل بينما كان يعرض مجهره الجديد أمام الجمعية الملكية بلندن، وقد تم طبع رسم هوك الدقيق فى كتابه المشهور «ميكروجرافيا Micrographia» .

وبعد صدور هذا الكتاب بفترة وجيزة ، وبينما الكتاب فى ذروة شهرته ، كان توينس ليفنهورك (١٦٣٢-١٧٢٣) ، ابن لزوجة تاجر منسوجات عاش فى النرويج - وهو رحالة هولندى، يبحر فى نهر التايمز لزيارة عمل فى لندن - وكان يستخدم عدسة مكبرة لتقييم جودة النسيج - فلما أخذ بجمال لوحات نماذج القماش فى كتاب «الميكروجرافيا» والمكبرة تكبيرا ثلاثى الأبعاد ، بحيث تشبه إلى حد بعيد الصور الحديثة الناتجة عن المجهر الألكترونى ، انفتحت شهيته لتطوير هذا المجهر اليدوى ، حيث وصف هوك فى مقدمة كتابه كيفية اختراع هذا المجهر الصغير المزود بكريه زجاجية قاعدية تعمل كعدسة ، كما أن التكبير الناتج - حسب قول هوك - كان أكبر بكثير من ذلك الذى أمكن الحصول عليه بالمجهر المركب العادى الذى كان يفضل استخدامه رغم أنه كان غير مريح فى الاستعمال ، إذ كان لابد من إمساكه قريبا من العين . وبدأ ليفنهورك فى السنوات التالية إجراء التجارب على نفقته ، فى نفس الوقت الذى كان فيه يزيد من إتقان تصميم مجهر هوك، بأن يصنع العدسات من مصهور كريات زجاجية . وقام ، إثباتا لبراعته ، باستخدام بعض القطاعات التى حضرها هوك ليظهر تفوق مجهره الجديد على ذلك الذى اخترعه الرائد الإنجليزى ، ثم أحال هذا الاكتشاف إلى الجمعية الملكية بلندن بكتاب مؤرخ فى أول يوليو ١٦٧٤ .

وحانت فرصته الكبرى فى أغسطس من ذلك العام التى «وجدها»، بينما كان يبحر عبر بحيرة بيركلو فى مياه مليئة بنموات ميكروبية من تلك التى تكثر فى الصيف، والتى كانت ترجع - طبقا للاعتقاد المحلى السائد وقتها - إلى تجمد الندوة العسلية (إفرازات المن) خلال الأمسيات الباردة. وجمع ليفنهورك بعض عينات منها فى أنابيب زجاجية وفحصها فى اليوم التالى تحت أفضل ما لديه من المجاهر اليدوية، فرأى ما غير نظرتنا إلى الطبيعة، فأمام حقله عينيه المدهشتين ، كان عدد ضخم من الأحياء الدقيقة يسبح ويلتوى ويدور ، بينما كانت أحياء أخرى ترقد ساكنة ، وتتلاها المكونات الداخلية لأجسامها فى الضوء . واستمر يراقب هذا المنظر غير العادى حتى أدركه التعب ، ولما لم يستطع أن يرسم تلك الكائنات بالقلم الرصاص استأجر رساما ليرسم ما يراه فى الشرائح رسما مفصلا ، وتحمس الفنان الشاب لهذا العمل إلى درجة أنه كان يتم تنبيهه بانتظام ليكف عن الحملة ويستأنف عمله. وبذلك كان ليفنهورك ومساعداه الرسام (غير معروف الاسم) أول من درسوا عالم الكائنات الدقيقة فى العالم .



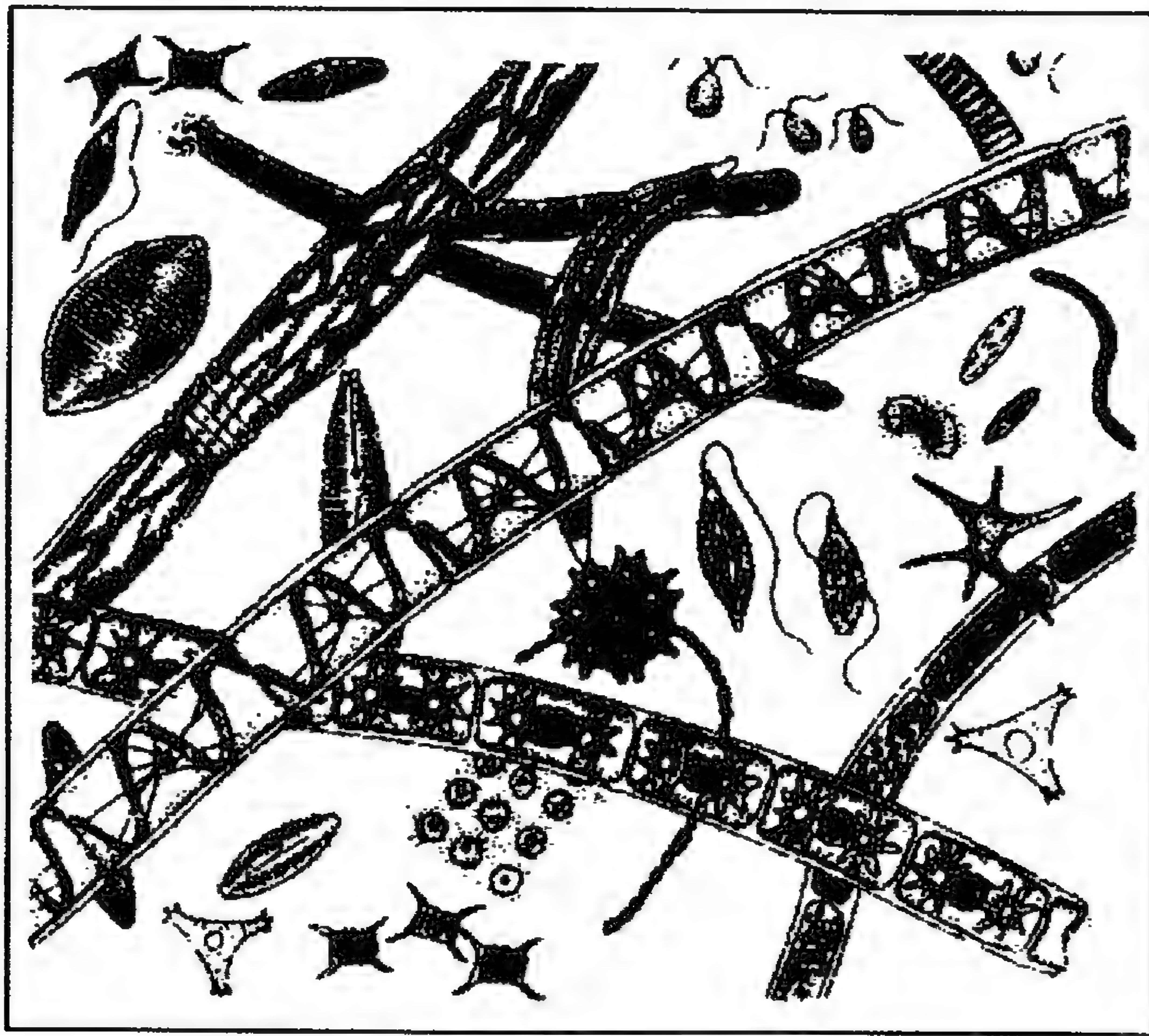
شكل (٤)

مستعمرة من الحيوانات الدوارة، مرسومة في ١٩٠٥ وصف ليوفنهوك هذه الحيوانات باستفاضة، وتتكون أجسام هذه الحيوانات الدقيقة من خلايا عديدة رغم أنها غير كثيرة، فبعضها لا تزيد خلاياها عن مئة، ويعيش هذا النوع عادة في البرك والحفر، حيث يمد أنزعا دقيقة يصيد بها فرائسه، وتتصف هذه الكائنات باحتوائها على غلاف هلامي واضح تختبئ فيه عندما يتهددها خطر أحد المفترسات.

كما اكتشف ليوفنهوك بمفرده، المتعضيات (الفرطيسات) والطحالب، والدورات والحيوانات المائية البسيطة، وحينئذ بدأ في وصف البكتريا، فكان هو الشخص الذي وهب العالم علم الميكروبيولوجيا الحديث، فلم تكن تلك التراكيب الداخلية مما لاحظته هوك، لأن العالم الذي اكتشفه ليوفنهوك كان يعج بالكائنات المجهرية الدقيقة.

وتعود ليوفنهوك - كإنسان راشد - استخدام الاسم الأول «أنتوني»، وحين أصبح أكثر شهرة، أضاف إلى اسمه اللقب الذي يستخدمه النبلاء في وطنه، وهو «فان» ليكسب نفسه إحساسا أكثر بالسمو. وقد زاره الكثيرون ممن أراوا أن يشاهدوا

أعمالاً أكثر ، ومن ضمنهم حكام بريطانيا وروسيا ، كما انتخب عضواً في عديد من الأكاديميات العلمية الشهيرة ، فكان أنتوني فان ليفنهوك أول عالم كائنات دقيقة في التاريخ. وتدين الطريقة التي نصمم بها تجاربنا اليوم - لحد بعيد - إلى الإلهام الرائد لذلك العالم، الذي كان ذهنًا متفردًا ذاتي التعليم ومستقل التفكير ، وكان يتجنب التدريس للطلبة ، ولم يحدث أن ألقى محاضرات عامة، فقد كانت رؤيته من البساطة بمكان - فالناس لا يرغبون في تقبل ما شاهد - كما أنه كانت لديه أشياء لينجزها بدلاً من أن يضيع وقته في توضيح «أنه يعلم أنه على حق» ، على حد قوله، وكذلك كان .



شكل (٥)

الكائنات الحية في عينة من ماء بركة ، هذا هو نوع أول عينة من التي لاحظها ليفنهوك في السبعينيات من القرن السابع عشر، حيث تظهر خيوط عديدة من الطحالب الخضراء عبر الصورة، وكذلك بعض الكائنات وحيدة الخلية (قرب المنتصف) تتميز بأهداف تشبه الأسواط ، تستعملها بنشاط في السباحة، وكذلك توجد البياتومات والطحالب الأخرى المخروطية الشكل في حركة دائبة ، منزلقة عبر مجال الرؤية، وكان هذا المشهد فاتحة بالنسبة لليوفنهوك في مواصلة دراسة العينات حتى أصابه الإجهاد .

وأصبح شراء مجهر صغير، خلال الجزء الأخير من القرن الثامن عشر، مظهرا من مظاهر مواكبة النمط العصري للحياة، وذلك بفحص أعاجيب حياة الكائنات الدقيقة التي تعيش في البرك، كما أصبحت «الهيدرا» من الموضوعات المحببة للهواة، حيث يشعر مشاهدتها بالدهشة إزاء ملاحظة مجساتها الرقيقة وهي تمتد برشاقة في الماء لتمسك ببراغيث الماء مستخدمة خلايا مدهشة التعقيد، تبرز حرايا مسنونة تشبك بها الفريسة بسرعة خاطفة على خيوط تشبه أسلاك الصلب. ويبلغ طول جسم هذا الحيوان سنتيمترا واحداً، ويتكون من أنبوبة مجوفة من طبقتين من الخلايا، وقد درس ليفقنهوك هذا الحيوان «الهيدرا» ورسم صورته الرسام الذي يعمل معه في ديسمبر ١٧٠٢.

وخلال الأربعينيات من القرن الثامن عشر اتخذ فيلسوف شاب يدعى أبراهام تريمبلى (١٧١٠-٨٤) من الهيدرا موضوعا لدراسته، وكان قد عين في سن الثلاثين من عمره معلما لطفلى الكونت الهولندى بينيتيك - سيد مقاطعة «هاج»، وكان إذ يستخدم المجهر في تدريسه، مبهورا بهذه المخلوقات الدقيقة، فلاحظها ورسمها بدقة، وأجرى تريمبلى سلسلة من التجارب الجادة التي تبدو لنا اليوم غير عادية بالنسبة للزمن الذي أجريت فيه، فقد قام بإجراء تطعيمات رائدة على الأنسجة، وأظهر الكيفية التي تستطيع بها الهيدرا تجديد نفسها من جزء بسيط من النسيج المكون لها، وعرض كذلك الطرق التي يمكن اتباعها لصبغ الأنسجة، وكيف يمكن لحيوان بلا عيون أن يستجيب للضوء. وكذلك وصف السيتوبلازم الذي تتكون منه الخلايا. ومنذ ذلك الحين تم نسيان تريمبلى نسيانا تاما، فغاب اسمه مثلا من كتب المراجع والموسوعات البيوجرافية. وقد نشرت تجاربه الاستفسارية في ١٧٤٤ بالفرنسية حتى عنوان «مذكرات باحث في الماء العذب» في جنيف، حيث طبعت حديثا ترجمتها باللغة الإنجليزية، وهو كتاب جميل مليء بتجارب متميزة، ويمكنك في هذا العمل أن تجد العديد من الإشارات إلى عصر منتظر لازدهار علوم بيولوجيا الخلية في المستقبل.

وقاد الاهتمام المتزايد بحيوان الهيدرا إلى تطوير أول مجهر ناجح الاستخدام على المنضدة، فالمجهر كأداة مستحدثة ليس جديدا، بل كان متاحا منذ أوائل القرن السابع عشر، بيد أن مهارة صناعته بأيدي روبرت هوك والعديد من الرواد أدت إلى تلك الاكتشافات العلمية، من خلال استحداث المجاهر ذات التكبير العالى. ولا يزال ذلك المجهر المصنوع من النحاس الأصفر الذي كان مستخدما في ذلك الوقت ذا نفاسة تزيد قليلا عن نفاسة التحف المعتادة، حيث كانت أجسام المجاهر الأضعف في قوة

التكبير تصنع من الخشب والورق المقوى ، وتنار بمصباح بدائي مثبت على عمود ، فلم يكن هذا بالتصميم الذى يمكن تحديثه إلى شىء مفيد، أو استخدامه فى إجراء بحث جاد . وقد غيرت الهيدرا كل ذلك ، فقد كان تريمبلى معتادا على فحص عيناته بعدسة يدوية، وغالبا ما كان يضع هذه العينات فى كمية قليلة من الماء ، يمكن أن تسعها راحة يده المنقبضة بشكل فنجان ، بينما يعالج العينة بإبرة ، ويلزمك كى تلاحظ هذا الكائن الدقيق تحت مجهر منضدى، مزود بألة معدنية تتحكم فى البعد بين العدسات فتحصل برفق على التكبير المطلوب بدون هز الوعاء الذى يحوى العينة ، تفاديا لانقباض الهيدرا وتكورها . وكان من الضرورى أن يصمم مجال الرؤية بحيث يتسع لحمل العينة فى زجاجة ساعة وأن يسمح بتكبير معقول ليتمكن ملاحظة التفاصيل .

وفى غمرة هذه المتطلبات، قام هنرى بيكر (١٦٩٨-١٧٧٤) اللندنى، وهو أحد الهواة الذين درسوا «الهيدرا»، وابن زوجة النبيل دانييل ديفو، وكان معنيا بفلسفة العلوم البيولوجية التى لا تزال تهمنا إلى اليوم، بطرح أفكاره على صورة شعر هزلى نشر فى عام ١٧٢٧، مروع فى بعض أجزائه، وصف بأنه وضع «ليحفظ كبرياء الرجل»، على النحو التالى:

كل بذرة تتضمن نباتا ،ذلك النبات، مرة ثانية،

وكذلك البنور الأخرى التى تحتوى على نباتات أخرى:

تلك النباتات الأخرى لها بنور، وتلك البنور تحوى نباتات أكثر تتتابع.

لذلك نجد كل ثمرة، تحتوى هى نفسها على غابة من نوعها».

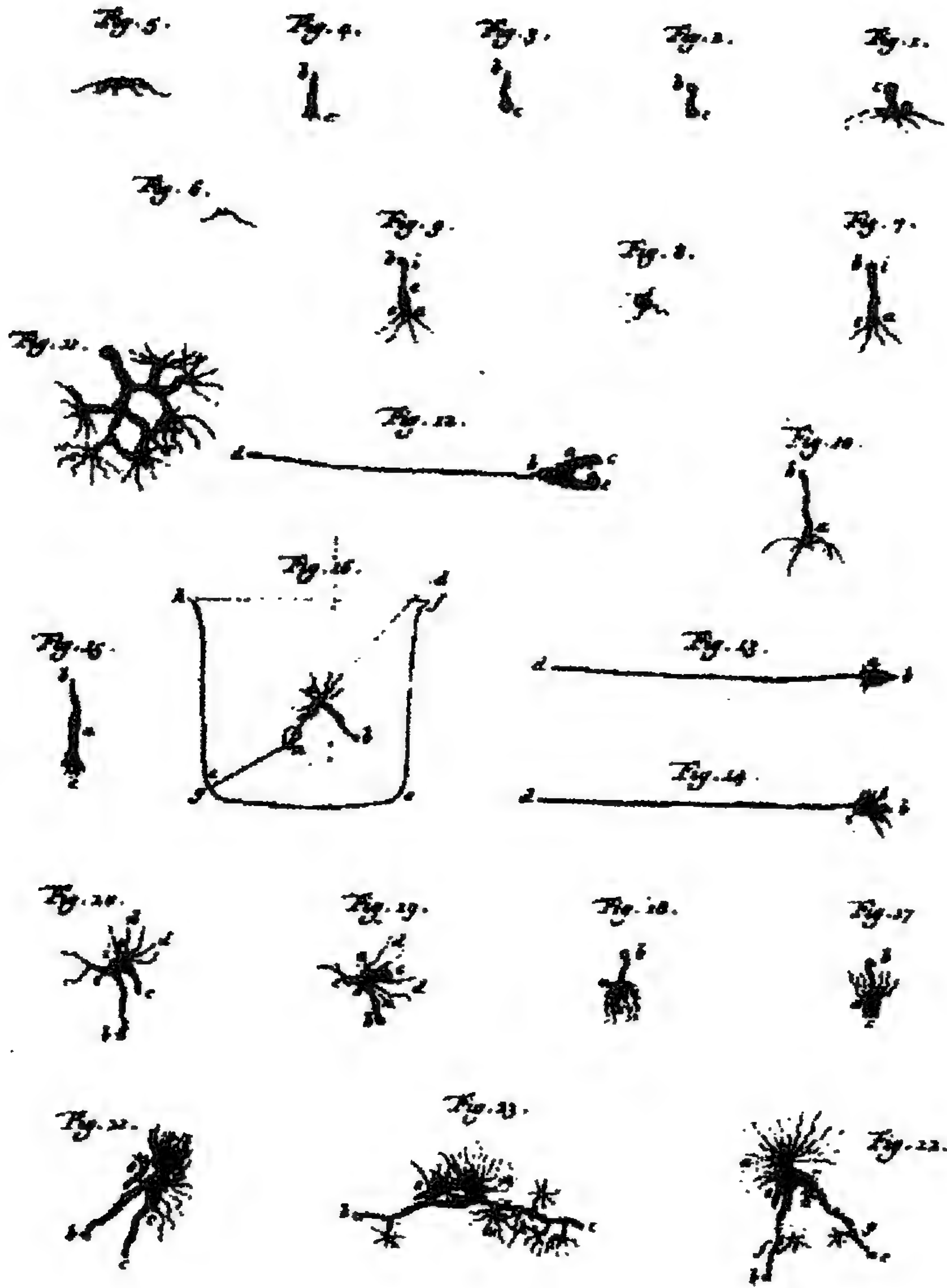
وقد عارض جوناثان سويفت هذا الشعر، ولكن بلطف، وكان ناقدًا علميًا مثيرًا وشهيرًا فى ذلك الوقت، حيث قال:

«وكذلك يلاحظ الطبيعىون برغوثا

بينما تفترس هذا البرغوث براغيث أصغر

والبراغيث الأصغر تعضها براغيث أصغر منها،

وهكذا يستمر عدد لا يحصى،



شكل (٦)

تجارب تريمبلى فى التطعيم أجرى أبراهام تريمبلى عبيدا من التجارب على حيوان الماء العذب المعروف باسم «هيرا» فى القرن الثامن عشر ، موضحا إمكان نقل وزراعة الأنسجة وتطعيمها ، وكذلك بينت تجاربه أن هذا الحيوان الذى ليست له عيون يمكن أن يستجيب للضوء ، وقد أرفق بنتائجه الرسوم التوضيحية المبينة فى هذا الشكل .

وهكذا كل شعر من هذا النوع ،

يتم عضه بواسطة الشعر الذى يأتى بعده»

وتم اقتباس واسع لنسخة مبسطة من هذا الشعر - على النحو التالى :

«البراغيث الكبيرة تحمل على ظهرها براغيث أصغر لتعضها، والبراغيث الصغيرة لديها براغيث أصغر، وهكذا إلى ما لا نهاية» .

وكثير من الناس يعرفون الشعر الأخير، ولكن القليل من الذين اقتبسوا ذلك المقطع الهزلى الصغير يوقنون أنه نابع من كتابات جوناثان سويفت، وهي تعكس الوزن الثقيل لما كان يشغل الناس فى ذلك الوقت، وقد أنهى بيكر شعره بما أسماه «فكرة مذهلة»، مختتما بأن ظهر آدم لابد وأن يكون قد حوى فى صلبه «ذريته الكبيرة» بما فى ذلك كل من كان وسيكون من الناس. وهذا هو اللغز المستمر الكامن فى علوم الحياة: كيف أمكن لجوهر المخلوق أن يعيد ظهوره فى الجيل التالى؟ وقد تخيل بعض الذين يعملون على المجهر أنهم رأوا «شخصا مجهريا، متناهى الصغر» داخل خلية الحيوان المنوى، وعرف هذا بأنه «نواة الإنسان» التى كانت الوراثة هى الطريقة الوحيدة لتخليها .

وبذلك كان شعر بيكر محاولة منمقة للتوجيه إلى حل هذا السر، وفى نفس الوقت أرفق بشعره إحدى التكات الصغيرة التى يحب العلماء تمريرها إلى الأجيال التالية.

ساق اهتمام بيكر بحيوان «الهيدرا» إلى جون كاف، وهو صانع آلات لندنى ليسأله «عما إذا كان يستطيع أن يصنع له مجهرا من النحاس الأصفر بشرط ألا يهتز فيسبب صعوبة فى تثبيت وضبط البعد البؤرى»، فأجابه بالإيجاب، ولما أتم جون كاف صناعة ذلك المجهر وأعلن عن تصميمه الجديد فى عام ١٧٤٤، الذى كان عبارة عن مجهر ذى مزايا عديدة من التى يتطلبها البحث العلمى الحديث، من عجلة بواردة لضبط البعد البؤرى إلى مسرح صلب، وتبعه الصناع الآخرون فى هذا التصميم، بما فيهم جورج آدمز، الذى صنع أكثر المجاهر غرابة فى التاريخ، على وجه التأكيد، فقد صممه من أجل الملك جورج الثالث، فى باكورة القرن الثالث عشر، على شكل آلة منمنمة بغزارة ومصنوعة من الفضة الخالصة، وقد أظهرت العائلة المالكة البريطانية اهتماما بالغا متواصلا بعلم المجهریات، الذى ظل هواية لطبقات المتعلمة لأكثر من قرنين، وظهر

هذا جليا في المشاهد الموسيقية الكبرى التى ألفها إيوارد دالجار عن مجهر كبير من النحاس الأصفر يقف بالقرب من مجموعة من الشرائح مخصصة للفحص فى هذا اليوم فى كوخه الصغير الذى يطل على تلال المالفيرن بوسط إنجلترا .

وفى السنوات التالية تنافس العديد من الرواد فى البحث عن تفسير للغز الذى طرحه بيكر. وتحمس جون أليس (١٧١٠-٧٦) الإيرلندى المولد، البريطانى الوظيفة، والمقيم فى فلوريدا والدومينكان، فبينما كان يعمل على المجهر، رأى نسلا صغيرا مختبئا فى الخلايا الميكروبية، ولو كان قد نظر بإمعان لأمكنه رؤية الأحجام الدقيقة لأفراد أصغر تختبئ فى ذلك النسل، فكانت الحياة بالنسبة له أشبه بطبقات البصلة، فيمثل كل جيل، طبقة تورث صفاتها للطبقة التى تليها، أى للجيل التالى (تماما كما افترض بيكر). ولكن رفضت هذه الفكرة من جانب جيولوجى سويسرى - منسى إلى حد كبير - يدعى نيكولاس سوشور (١٧٦٧-١٨٤٥) من جنيف، فقد أظهرت ملاحظاته المجتهدة حقيقة أن الميكروبات تتكاثر بالانقسام، فكل منها ينقسم إلى اثنين، ولم يتقبل أليس هذه الحقيقة، وأصر على أنه إذا كان الميكروب يتكاثر بالانقسام، فذلك نتيجة للاصطدام ببعضها بالصدفة، وقد ذكر اكتشاف سوشور للإيطالى غريب الأطوار - لازارو سبالانزانى (١٧٢٩-٩٩) والذى كان متورطا فى معارضة أليس ومدرسته ومعاونيه .

وقد سجل الأخير ملاحظات هامة باستخدام شعرة دقيقة، لفصل الخلية المنفردة فى نقطة مياه تحت مجهره، قرأها تنقسم بعد فترة إلى نصفين ينموان وينقسمان ثانية، فأعاد التجربة مرة بعد أخرى وحصل على نفس النتيجة. وكان سبالانزانى شخصية مسرحية متوهجة، وقد عمل قسيسا لكى يؤمن لنفسه عملا، ولكنه كان يستفسر سرا عن كل ظل للمعتقدات السائدة، وربما سبب هذا نزاعه الأكبر مع القسيس الإنجليزى جون نيدهام (١٧١٣-٨١)، الذى عاش فى فرنسا معظم شبابه، واقترح نظرية أساسية فى عام ١٧٤٩ عن التكاثر الذاتى، وأعلن عن استعداده لإثباتها عن طريق التجربة، فقام بحفظ كمية من حساء محضر من لحم الغنم فى زجاجات وراقب كيفية ظهور الميكروبات مع مرور الوقت، كما لو كان ذلك بفعل ساحر، وقد أرسل توصيف تلك التجارب إلى الجمعية الملكية، التى انبهرت كثيرا بصفاء بصيرته. وكان ليوفنهوك قد انتهى إلى أن الميكروبات الحالية كانت قد انحدرت من ميكروبات أخرى منذ أحقاب عديدة سابقة، إلا أن نيدهام بدا وقد عزم على أن يقلب هذه الفكرة رأسا

على عقب ، حيث كان شديد الاقتناع بأن الميكروبات تكونت نتيجة لتكثف تركيز الحساء، وهذا هو السبب - فى نظره - فى أن الحساء الذى مكث فترة طويلة كان مليئاً بالميكروبات .

وعند قيامه بتجربته، صب عينات من الحساء الطازج فى زجاجة وأغلقها بإحكام، فرأى تحت المهر - وخلال أيام - رأى تحت المهر الحساء وقد أصبح حافلاً بالبكتيريا، وليتأكد من صحة ما شاهده، سخن بعض زجاجات الحساء فى أفران متوهجة لقتل أى ميكروبات حية، فوجد أنها لا زالت تنتج محصولاً من الميكروبات خلال أيام قلائل، وأعاد التجربة مستخدماً أحسية من مادة نباتية فحصل على نفس النتيجة، وكان هذا كافياً لإقناعه بأن النمو الذاتى كان حقيقة.

وكان سبالانزانى قد استشير من هذا الهجوم على منطق السليم، ولذلك عمل على أن يهدم مصداقية رجل الدين الإنجليزى، فأرجع السبب فى الذى ذكره نيدهام إلى حدوث تلوث بكتيرى، إذ ربما كان نتيجة ملامسة الحساء لبعض البكتيريا خلال إجراء التجربة، وربما كانت الحرارة غير كافية لقتل البكتيريا التى كانت موجودة مسبقاً فى الحساء. وكانت التجربة التى صممها بدقة، فقد استخدم سبالانزانى عدداً من الزجاجات مملوءة بحساء الغنم، وأخرى مملوءة بمشروبات محاليل غذائية مثل التى استخدمها نيدهام، وبدلاً من ختم الزجاجات بسدادة فلينية قام بصهر أعناق كل زجاجة بحيث لا يمكن للميكروبات النفاذ لمحتويات هذه الزجاجات. ثم وضع الزجاجات لتسخن فى حمام مائى بينما ترك زجاجات أخرى فى ماء مغلى لبضع دقائق ووضع البعض الثالث فى ماء يغلى لعدة ساعات، وفى نفس الوقت - وعلى سبيل المقارنة - وضع عدداً من الزجاجات مطابقاً لعدد تلك التى قام بسد فوهاتهما كما فعل نيدهام بالضبط، وحين جذب تلك السدادات وجد أن الزجاجات أصبحت غنية بالنمو الميكروبى، وقد فسر هذا بأن نيدهام وجد حساء حافلاً بالبكتيريا. ثم كسر سبالانزانى الزجاجات بفتح اللحامات التى كان يغلقها باللهب ووجد أن تلك التى سدت لفترة طويلة أصبحت معقمة وخالية تماماً من أى نوع من الحياة وأصبحت واحدة من الاثنتين اللتين وضعتا فى الماء المغلى لعدة دقائق بالميكروبات، فتحقق سبالانزانى من أن بعض الميكروبات يمكنها تحمل درجات عالية من الحرارة، وبذلك أثبت نقطتين فى آن واحد: أولاً أن نمو البكتيريا فى زجاجات نيدهام كان راجعاً إلى عدم كفاءة تعقيمهما

وثانيتها أنه أظهر أنه حتى الغلى قد لا يكون كافيا لقتل معظم الميكروبات المقاومة للحرارة .

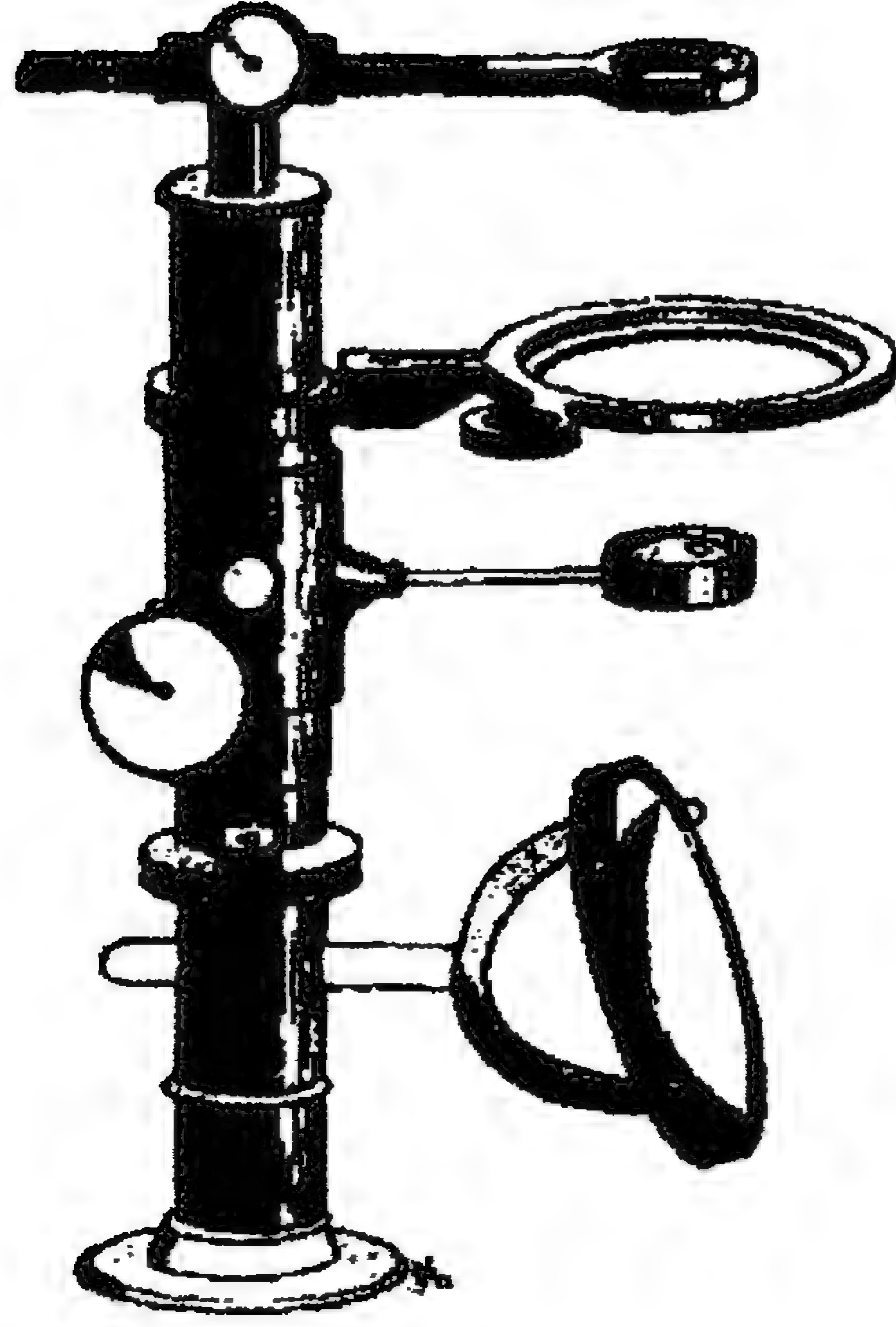
ولم يكن هناك خطأ في التجارب، على الأقل - كما يبدو - ولكن نيدهام حصل على راع ارستقراطي مزهو بنفسه، هو النبيل الفرنسي جورج لويس ليكليرك - كونت بوفون (١٧٠٧-١٧٨٨). وبدعم هذا الكونت، قام نيدهام بتقييم تلك التجارب والرد عليها بأن الحرارة التي استخدمها سببالانزاني قد دمرت «القوة الخضرية» الضرورية للانقسام الذاتي، وبالتالي، لم يحدث هذا الانقسام، وقد كان نيدهام محقا على طول الخط، فلم نعرف إلا الآن، كيف كان من السهل أن يتم تدمير «القوة الخضرية» للتكاثر بواسطة درجات الحرارة غير الملائمة. وسرعان ما نوقشت هذه الفكرة الجديدة عن «القوة الخضرية» بشكل موسع عبر القارة الأوروبية بأسرها، ويبدو أنها ردت على نظريات سببالانزاني، ولذلك تم الاحتفال بنيدهام في أوروبا حيث كرمته أكاديمية العلوم في باريس كما قبل عضوا في الجمعية الملكية بلندن، وكان عليه هو وليكليرك أن يعلن آراءهما لكل من يرغب في الاستماع إليها.

ولم يسكت سببالانزاني ، بل صمم بعناية سلسلة من التجارب لدحض ما يدعيه نيدهام وليكليرك ، ومرة أخرى عامل عددا كبيرا من الزجاجات تماما مثل العدد الذي استخدمه نيدهام ، حيث احتوى بعضها على حساء الغنم بينما احتوى البعض الآخر على منقوع خضر مغذ ، وضع كلا منهما في زجاجات غاية في النظافة ومسدودة بسدادة جديدة لم يسبق استخدامها، ووضع بعضاً منها في حمام مائي لبضع دقائق، وترك الأخرى في الحمام المائي لمدة ساعة، بينما ترك مجموعة ثالثة تغلى برفق مدة يوم بأكمله. وبعد إنهاء التجربة بأسبوع قام باختبارها ، وقدم سببالانزاني براهينه بأنه إذا كانت «القوة الخضرية» موجودة ، فإنها كانت ستدوم بطول مدة التسخين ، وكانت الزجاجات التي غليت لدقائق قليلة تحفل بأكبر كثافة من النمو الميكروبي ، بينما تلك التي تركت تغلى لساعات تخلو من ذلك النشاط. وكانت النتائج واضحة تماما، فقد وجد سببالانزاني أن درجة التلوث بالميكروب لا علاقة لها إطلاقا بطول زمن غلى الزجاجات ، ووضح أن النموات الميكروبية تسببت عن الميكروبات التي دخلت إلى الحساء المخمر وليس «بالقوة الخضرية» التي لا يمكن تفسيرها . وقد حاول سببالانزاني على أمل أن يحسم هذه المسائل إجراء ، ربما التجربة الأشجع على الإطلاق ،

فقد أحضر كميات من البقول الجافة (من النوع الذى يستخدم فى عمل الحساء) ، وحمصها على صينية جديدة، وهذا كفيل بأن يدمر الآثار الباقية من «القوة الخضرية» الحساسة للحرارة، وأضاف بعضاً من الماء الحديث التقطير، وترك الحساء المصنوع من البقايا المسخنة ليتخمر، وبعد أيام قليلة كان المنقوع المحضر مليئاً بالميكروبات. فشعر سبالانزانى بالثقة من نتائج هذه المعاملة المنفردة، إذ أنه أثبت أنه كانت هناك عدوى ميكروبية مختفية وراء الظاهرة وأن وجود «القوة الخضرية» التى ادعاها نيدهام مرفوض بالتأكيد ولكن نيدهام أطلق دفعة نهائية من النيران، فأعلن أنه لكى تكون «القوة الخضرية» فعالة ، لا بد لها من الهواء تحت ضغوط عادية! وحينما قام سبالانزانى بسد زجاجاته أتلّف الهواء وأمكن لنيدهام أن يبرهن على ذلك ، لأن -على حد قوله - إذا أحكمت سد زجاجة كما فعل سبالانزانى، تستطيع سماع صوت اندفاع الهواء فى الزجاجة عند فتحها ، وأصر نيدهام على أن المشكلة كانت تكمن فى الضغط المنخفض للهواء داخل الزجاجة ، وكان على حق فيما ذهب إليه .

وبناء على وصف نيدهام، فقد أجرى سبالانزانى اختباراً ووجد حقيقة أن الأزيز ينتج عن اندفاع الهواء عند فتح إحدى الزجاجات المسدودة بإحكام ، وأظهر لهب شمعة أن الهواء كان يندفع فى الدورق الزجاجى عند فتحه، مما يظهر بوضوح أن الضغط داخل ذلك الدورق كان منخفضاً داخل الوعاء المغلق. فهل يمكن أن يكون نيدهام على حق؟ ولما كانت هذه النقطة جديرة بالبحث ، فقد ملأ سبالانزانى مجموعة من الدوارق بالحساء ، كما فعل من قبل ، وفى هذه المرة أخرج السدادات من أعناق هذه الدوارق وعاملها باللهب حتى أغلقت تقريبا ولكن ليس تماماً ، وأدى اتصال اللهب بأعناق الزجاجات إلى صهر زجاج هذه الأعناق ، وبالتالي ، إحكام إغلاق الدوارق بالزجاج المنصهر . وبعد معاملة هذه الدوارق الزجاجية بنفس المعاملات السابقة، فتحها باحتراس ولاحظ ما حدث للهب الشمعة. ولكن هذه المرة اتجه لهب الشمعة بعيداً عن فوهة الدورق ، دليلاً على أن ضغط الهواء داخل الدوارق كان أعلى قليلاً من الضغط الجوى . وبهذه المحاولة الختامية ، أحيلت فكرة نيدهام المستحوذة إلى الاستידاع ، فقد رفض سبالانزانى فكرة «التكاثر الذاتى» .

ومع بزوغ فجر القرن التاسع عشر ، انتشر الاهتمام بكل صور الحياة انتشارا واسعا بين المجتمع المثقف فكانت الحملات الاستكشافية العلمية الكبرى تأخذ طريقها ، وقام أحد العلماء الشبان المغامرين فى ذلك الوقت بإعطائنا ذلك الاسم الذى صكه من دراسته للكائنات المجهرية ، ألا وهو «نواة الخلية»، فقد تم اكتشاف أن الخلايا احتوت على نواة، على يد روبرت براون (١٧٧٣-١٨٥٨) وهو طبيب اسكتلندى قام برحلات إلى استراليا للبحث عن أنواع جديدة لحساب السيد جوزيف بانكس الذى كان قد رافق الكابتن الرحالة جيمس كوك فى رحلة حول العالم على ظهر الباخرة «انديافور» خلال الفترة ١٧٦٨-١٧٧١ ، وتلتها رحلة استكشافية أخرى خطط لها مع المسئول عنها ماثيو فليندرز البالغ من العمر ٢٧ عاما، وبذلك أصبح الاثنان عضوان فى الفريق ، وفى خلال الثلاثة أسابيع الأولى له فى استراليا ، وصف براون ٥٠٠ نباتا، كلها تقريبا لم تكن معروفة للعالم من قبل ، وبينما كان يدرسها بمجهره وضع بعض الأفكار الجديدة ، فمثلا تحقق من أنك يمكنك استخدام التركيب التشريحي لحبة اللقاح لتساعدك فى تصنيف نوع النبات المزهرة ، وهى الطريقة المتبعة اليوم، كما لاحظ الحركة الدائمة للجزيئات الدقيقة والتى تعكس اهتزاز الجزيئات فى المحلول ، وعرفت باسم (الحركة البراونية) ، ورغم أنها لم تكن مفهومة تمام الفهم فى ذلك الوقت إلا أنها قد فهمت حينما قام ألبرت اينشتاين بتولى هذه المسألة، فحلها حلا رياضيا فى ١٩٠٥ ، ولا يزال الناس يشكون حتى يومنا هذا فيما إذا كان يمكن مشاهدة الحركة البراونية تحت تلك المجاهر الصغيرة ، وكما حدث مع ليوفنهوك، كانت هناك عدسة مكبرة وحيدة دقيقة ، ويبدو لكثير من الناس استحالة رؤية تفاصيل كثيرة بذلك النظام البدائى للتكبير ، ولكن لم يصمد هذا الشك المتسلط للفحص الضوئى المدقق. فقد نجحت بعد عدة محاولات فى أن أعيد بعث عدد من هذه الملاحظات إلى الوجود، مستخدما نفس الأنواع الأصلية وطابعا المناظر التى تمتلئ بها واضحة بدرجة مذهلة ، فالمجاهر التى استخدمها براون قد صنعت بواسطة اثنين من الصناع: أحدهما شركة بانلس (تخص الأب والابن) والثانى نونالد (عائلة من صناع الآلات) والاثنان متقنا الصنع وموضوعان فى صندوق من الخشب الماهوجنى حتى عندما لا يستخدمان .



شكل (٧)

المجهر الذى أظهر لنا النواة استخدم روبرت براون، الطبيب الإسكتلندى هذا المجهر ليدرس نواة الخلية، وقد صك هذا الاسم فى ١٨٢٨ بعدما لاحظ الأنوية فى خلايا زهرة الأوركيد .
وقد درس براون كذلك الحركة البراونية، وهو الاهتزاز المتواصل للجزيئات الدقيقة، والتي تتصل بحركة الجزيئات، ويشك الناس فيما إذا كان أمكنه رؤية هذه الأشياء، ولكنى أعنت هذه التجارب ووجدت أنه رأى بالتأكيد ذلك الذى ادعاه.

وهما مأخوذان عن تصميم جون كاف، وكل منهما مزود بمسرح يتحرك آليا وضوابط للتحكم لتحديد البعد البؤرى بالقوتين الكبرى والصغرى، ومزود بمكثف مركب تحت مسرح المجهر، ولا تزال هذه المجاهر تعد مفخرة لمن يستعملها، فبناؤها مصمم بنفس الفكرة التى يبنى عليها تصميم المجاهر الضوئية الحديثة. وقد كان روبرت براون مترددا بشأن أهمية النواة للخلية خلال عمله على نباتات الأوركيد، فقد صنع قطاعات رفيعة من نسيج تلك النباتات لفحصه تحت المجهر، وكتب مذكرات عما شاهده، طبعها على نفقته فى ١٨٣٢، ويصف براون فى إحداها كيف انبلج له هذا الاكتشاف الهام :

«فى فراغ كل خلية، يمكن ملاحظة جسم منفرد، وهو بصفة عامة أكثر عتامة من الغشاء الخلوى. وينتمى إلى كل خلية جسم واحد وهذا الجسم المنفرد يمكن أن يسمى بالنواة، ليس ضمن محتويات البشرة»، وقد مضى فى استخدام هذا المصطلح بالضبط كما لو كنا سنستخدمه اليوم، «نواة الخلية»، الذى تبين فيما بعد أنها ليست قاصرة على العائلة الأوركيدية، بل تظهر كذلك فى العديد من عائلات وحيدة الفلقة الأخرى. وفى خلال أعوام قليلة تم التحقق من أن كل الخلايا الطبيعية لها نواة، وشكلت هذه العبارة صكاً هاماً ميز علم الأحياء (البيولوجيا) الحديث. وبالرغم من أن هذه اللحظة كانت هى التى يجب أن يقدم فيها هذا المصطلح إلى العلم، فلم تكن هذه أول مرة يسجل فيها وجود الأنوية، فقد رسمها ليوفنهوك فى كتبه المنشورة بالرغم من أنه لم يلاحظ انتشارها فى الطبيعة، ولذلك فلم يعطها اسماً.

كان ليوفنهوك وبراون فردين عنيدين وواثقين من أنفسهما، ويمكنك أن تتخيل أن هذه هى الصفات المميزة للرواد فى علوم الحياة (البيولوجيا)، وبالرغم من أنه قد يظهر أن ما يحتاجه العلم بالضبط هو التفانى فى العمل الذى بين اليدين، فقد كانت هناك شخصيات متوهجة ومسرقة فى التحذلق ساعدت فى الكشف عن طبيعة الخلايا الحية. وكان ماتيئاس شيلدين (١٨٠٤-٨١) من بيننا واحداً من هؤلاء، فمثله هو الذى أسس الفكرة الحديثة الدائنة عن «قوى بناء الشكل» التى شعرنا بها تفسر نمو البلورات من بلورات أصغر منها ومن نفس النوع - بنفس الشروط التى يتكون بها عضو الجسم فى جنين تام. وهذه النظريات التى تدور حول «قوة المجال» أصبحت سائدة فى السنوات الأخيرة من القرن العشرين، وقليل من الناس من يعلم أنها تدين بأصلها إلى عالم نبات ألماني غريب الأطوار فى أواسط القرن التاسع عشر يدعى شيلدين، ولد فى هامبورج عام ١٨٠٤ كابن لأحد الأطباء البارزين، وبدأ شيلدين دراساته كمحام، فتدرب فى المحاكم العليا فى بلدته، ولم يصادف نجاحاً فى هذه المهنة بسبب تقلب مزاجه، وبالتالي كان لا يعتمد عليه لدرجة أنه لم يستطع أن يستمر فى عمله، وفى إحدى نوبات اكتئابه انتحر بإطلاق الرصاص على نفسه، ولكن الطلقة لم تخترق جبهته التى كان قد ألصقها بالمسدس، وقد شفى شفاء كاملاً من إصابته فى وقت قياسي. وقرر أن يصبح طبيباً، إذ كان مزوداً بدرجة العلمية، لذلك تأهل فى الطب ثم درس الفلسفة الطبيعية التى منحتها الدكتوراه الثالثة. وفى عام ١٨٥٠ عين أستاذاً للنبات فى جامعة «يينا»، وكان ذلك هو المكان الذى بدأ فيه فى استعراض اكتشافات روبرت براون، فميز شيئاً فأت على

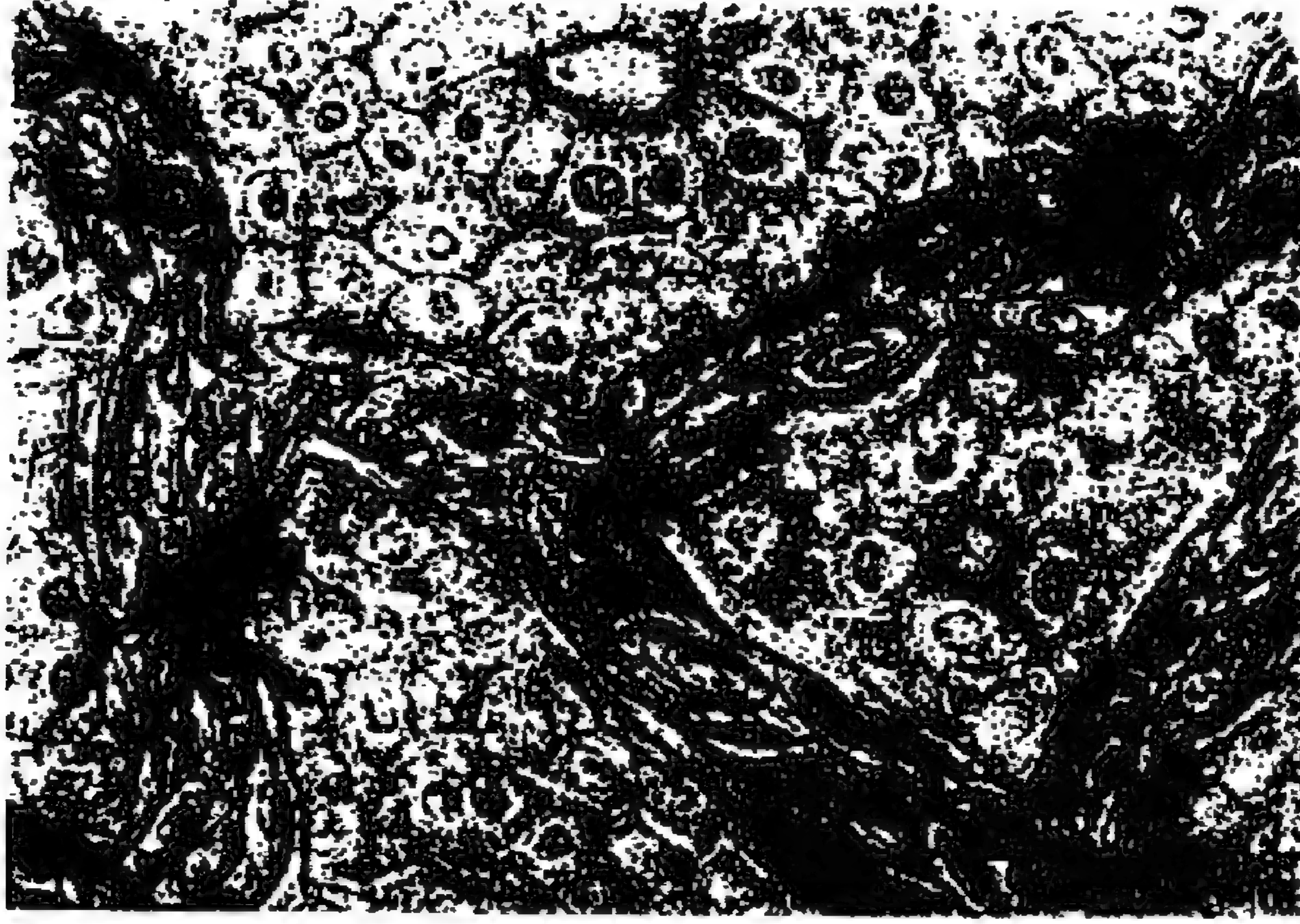
براون: أن النواة شيء ذو أهمية بالغة ، وليس فقط معلما من معالم الخلية الحية ، وقد كانت بعض استنتاجاته خطأ (فعلى سبيل المثال ، اعتقد أن النواة تتلاشى عندما تصل الخلايا إلى البلوغ)، إلا أنه في حالات أخرى ، توصل إلى تقدم فيما يتعلق بالمفاهيم ، فقد ميز أن النبات البالغ يتكون من مجموعة من الخلايا ، وقد فتح هذا المفهوم الباب لمنظورنا الحديث للحياة .

وقد امتدت نظرياته بواسطة تيودور شوان (١٨١٠-٨٢) الذي ولد في قرية في بروسيا الراينية حيث كان والده يبيع الكتب ، ودرس شوان الطب وحصل على درجة الأستاذية في بلجيكا عام ١٨٣٩ ، وقد أدرك أن التعفن والتخمير يتسببان عن كائنات دقيقة، كما اكتشف إنزيم الببسين في عصائر الجهاز الهضمي ، وحينئذ أخذ نتائج شيلدين وتناولها بالتوسيع لتصبح نظرية عامة للحياة - ومؤداها أن كل الكائنات تتكون من خلية أو أكثر .

وكذلك وصف انقسام الخلية الذي كان في حد ذاته تقدما هاما ويظن أن نظرية الخلية قد انبثقت عن نتائج شيلدين وشوان ، وعلى أى حال فقد كانت وجهة نظرهما خطأ فيما يتصل ببعض النقاط الأساسية، فقد تخيل كلاهما أن الخلايا يمكن أن تنشأ من تكثف الرطوبة، وشارك شوان في تصور أن النوى هو مرحلة انتقالية - وتظهر عندما تكون الخلية شابة وتختفى عندما تشيخ. صحيح أنك قد تجد نوى غائبة من الخلايا الميتة أو التي في سبيلها إلى الموت ، لكن نوعا واحدا من الخلايا هو الذي يفتقر إلى النواة ، وهو الكرات الدموية الحمراء في الثدييات ، وهي الأكثر شيوعا في الجسم الأدمى ، وكثير من المخلوقات (مثل الضفادع) لديها خلايا حمراء مخروطية ، ذات نواة واضحة في مركز الخلية ولكن كرة الدم في الثدييات تفقد نواتها مع نضجها ، تماما كما أعلن شيلدين وشوان، وكراتنا الحمراء (على سبيل المثال) عبارة عن أقراص مفلطحة بجوانب مفرغة ، كما لو كانت تضع علامات في موضع كتلة النواة في الوسط .

وفي ١٨٦٩ عرف الكيميائي السويسري جوناثان فريدريش مريشر مادة سميته «دنا»، (DNA) في داخل النواة، بالرغم من أن أهميتها لم تكن قد اكتشفت بعد ، واقترب العلم من فهم أهمية نواة الخلية من خلال عمل عالم الحيوان السويسري «رودلف كوليكر» ، الذي لم يعن على الإطلاق بالقاعدة التي تقضى بتكون الخلايا عن طريق «التكثف»، ولكنه نظر إليها باعتبارها مسألة قليلة الأهمية ، وبدلا من هذه القاعدة

ركز «كوليكر» على أهمية النواة للخلية ، وأهمية الانقسام الخلوى، وتقدمت آراؤه أكثر بواسطة «لودفيج فيرشو» من برلين ، الذى درس الطب ودفع بنظرية الخلية إلى التقدم ، جاعلا منها الخاصة الأساسية للحياة .



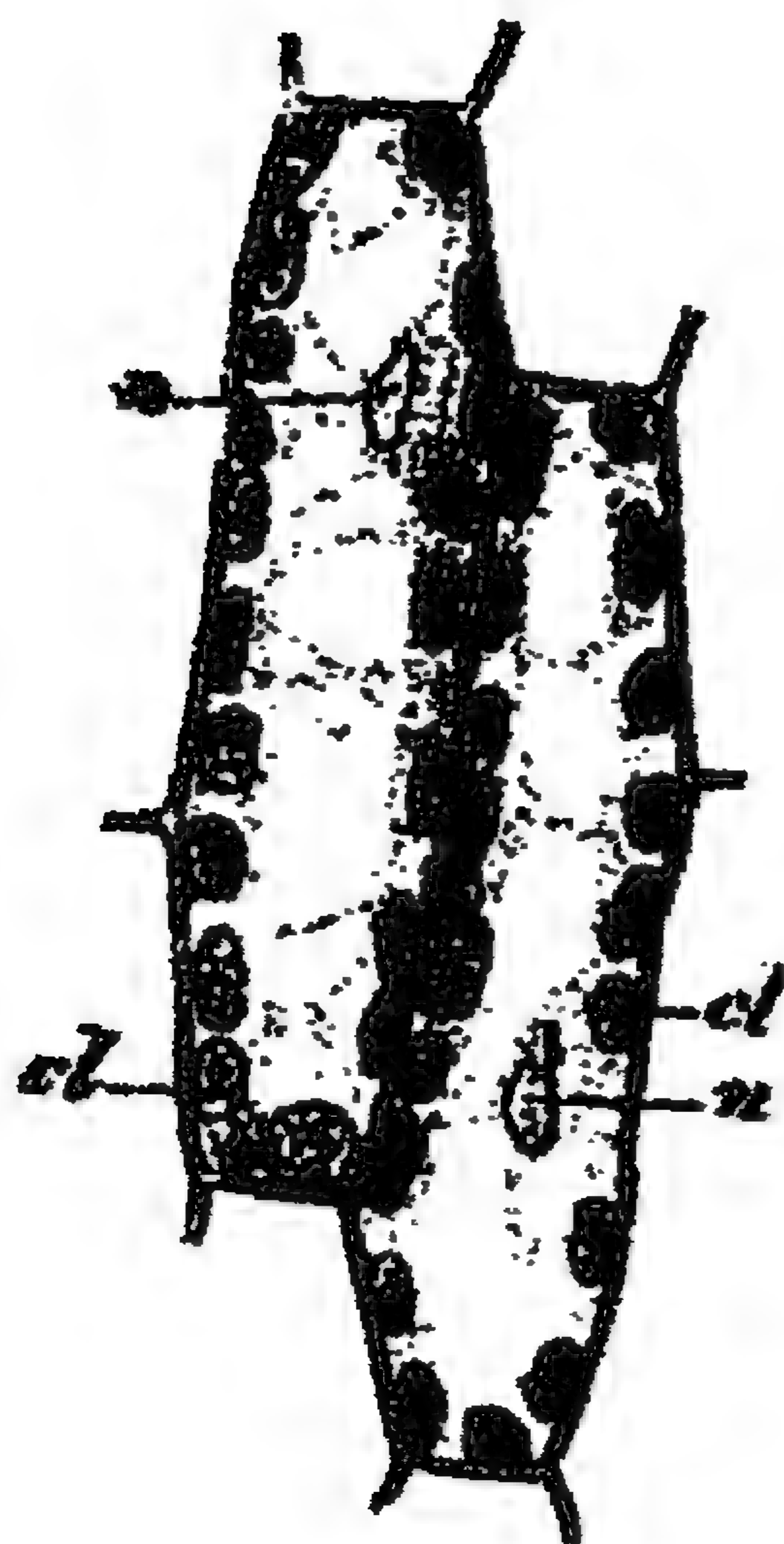
شكل (٨)

الخلايا فى النسيج الشبكي بقدم الضفادع الصغيرة كان شائعا حتى القرن العشرين - أن تجد رسما محفورا لصورة ضفدع مجهرية تصميم يدesh المشاهد لدرجة أنه يمكن ملاحظة التعقيد المدهش فى نورتها الدموية، وتظهر الرسوم المحفورة من العصر الفيكتوري الشعيرات الدموية النقيقة محتوية الكرات الدموية (وعلي خلاف تلك التى فى الدم الإنسانى، فخلية الدم الحمراء فى الضفدعة تحتوى على نواة)، كما أن هناك ثلاث خلايا داكنة اللون فى مجال الرؤية، هى الخلايا الملونة تتمدد وتتقبض استجابة لمستوى قوة الضوء، وتساعد الضفدعة علي البقاء معومة.

وكان «فيرشو» رائدا فى علم الأمراض ، فقدم الفكرة القائلة بأن المرض ناتج عن الخلايا ، وحينما أشاع «لويس باستير» نظرية «الميكروب المرضى» رفض فيرشو قبولها .

وقد تمت إمطة النقاب عن السر الثابت للوراثة على يد مجموعتين من علماء الحياة ، إحداهما مكونة من أولئك الذين كانوا يلاحظون الخلية ، من خلال ملاحظة بدء ظهور أنشطة الحياة ، وقد نشر «إيوارد ستراسبورجر» وهو أستاذ بجامعة بون - كتابا عن الخلايا عام ١٨٧٥ ، وفيه أعاد إبراز الفكرة القديمة بأن نواة البويضة النباتية تنوب بعد التخصيب وتتكون أنوية جديدة تحل محلها عن طريق التكتف، ولكنه مع ذلك غير رأيه بعد ٥ سنوات فى الطبعة الجديدة لكتابه، وفيه أنه بعد مراجعة ما كتب فى الطبعة السابقة، وضع مبدأ أساسيا من مبادئ بيولوجيا الخلية ، وهو : أن كل النوى

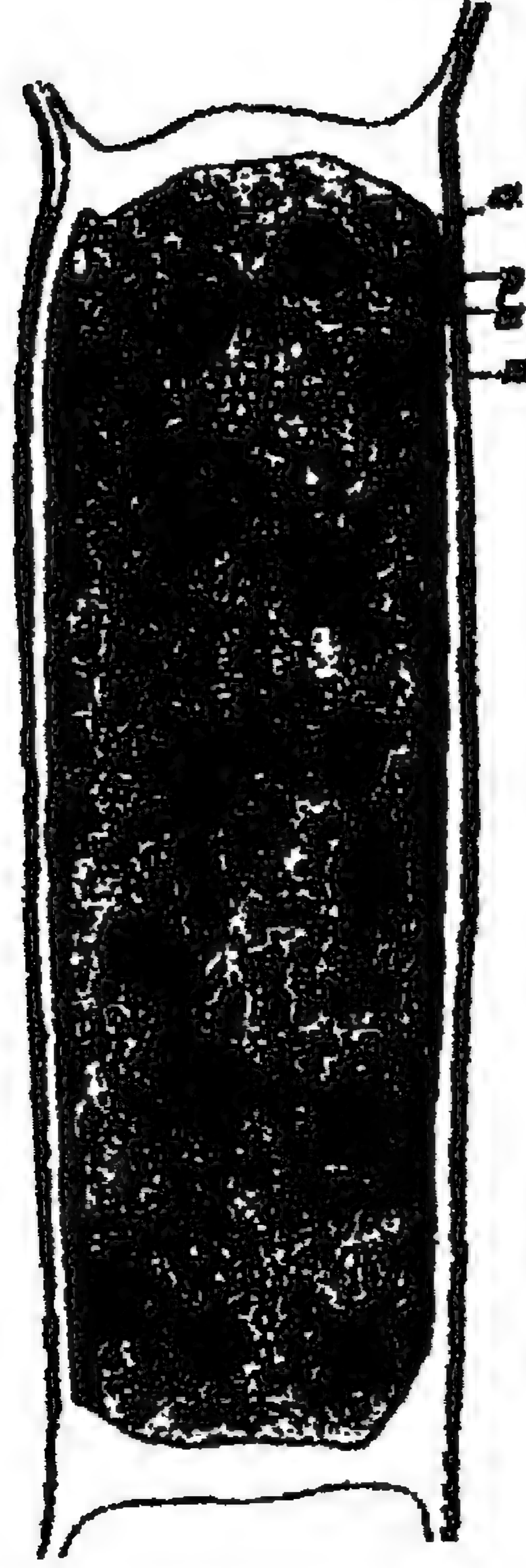
تنشأ عن انقسام النواة الموجودة مسبقا ، والتي لا تنوب ، وبالتأكيد الأنوية لا تتكون بالتكثف أو بأى عملية أخرى .



شكل (٩)

كيف صور ستراسبورجر خلايا طحلب (السرخس) درس إنيوارد ستراسبورجر، عالم النبات المعروف خلايا السرخس في القرن التاسع عشر، وقد ظهر هذا الشكل في كتابه الكبير «الكتاب المدرسى لعلم النبات»، وفي هذا الشكل نلاحظ أن كل خلية تحتوى العديد من البلاستيدات الخضراء (cl) ونواة واحدة (n) ويمكن مقارنة هاتين الخليتين بالخلايا التي درسها هوك لإعطاء فكرة واضحة عن الحجم الحقيقى لهذه التكوينات .

وفى ذلك الوقت قام كثير من العلماء بتدوين ملاحظات دقيقة عن الخلايا المنقسمة، وقد نشر «والتر فلمنج» (الذى عمل فى براغ، وفيما بعد فى كيل) أول كتاب له يشرح بوضوح الخطوات التى تحدث أثناء انقسام النواة، ولم يفته الشكل الشريطى الذى ظهرت به الأنوية أثناء انقسام الخلية، وشرح كيفية إنتاجها لأزواج متماثلة، ما لبثت أن سميت فى ١٨٨٨ بالاسم الذى نعرفها به اليوم وهو «الصبغيات أو الكروموزومات»، وهى تكوينات فى داخل النواة حيث تختفى الجينات. وسوف نعود إلى البحث فى هذه الموضوعات الهامة والمثيرة للدهشة فى الفصل (٨) .



شكل (١٠)

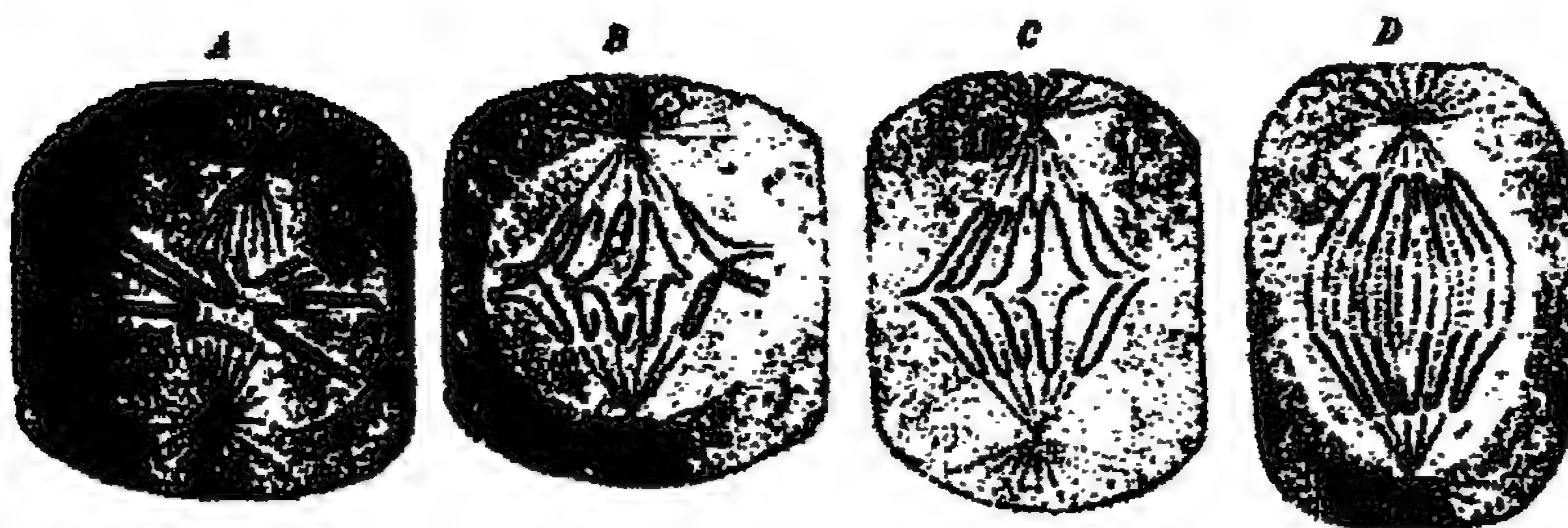
يمكن أن تحتوى الخلايا على عديد من الأنوية تنمو خلايا الطحلب المائى كلانوفورا الشائع تسميته باسم «شعر الساحرة» أو «حشيشة الغطاء»، كسلاسل من الخلايا مكونة فى الماء خيوطا خضراء تشبه الشعر، وكما استنتج ستراسبورجر بحق، فكل خلية تحتوى على عدد من الأنوية المنفصلة (n) وتحتوى هذه الخلايا كذلك على أجسام نشوية - بيرونيديات (n) حيث يتكون النشا والسكريات نتيجة للتمثيل الضوئى، يبلغ طول كل خلية وعرضها مثل طول وعرض الشعرة الأنمية .

وتألفت المجموعة الثانية من البيولوجيين التجريبيين الذين كانوا يلاحظون سلوك الكائنات، وفى عام ١٨٨٦ أعطى عالم نبات هولندى يدعى «هوجو ديفريز» (مولود فى هارلم عام ١٨٤٨) بعض نباتات زهرة الربيع المسائية التى قام بزراعتها فى حديقته، ولدهشته، أنتجت البنور الناتجة عن تلك النباتات جيلا جديدا من النباتات ذات مظهر واضح الاختلاف عن آبائها، فبعضها كان متقزما، والبعض الآخر كان يشكل أوراقه مختلفا عن تلك الآباء. وانتهى من بحث هذه الظاهرة إلى أن الأجناس يمكن أن تتغير

خلال طفرات مفاجئة وغير متوقعة، ولم يكن «دى فريز» يعلم أن ناسكا من مورافيا وهو «جريجور مندل»، البالغ من العمر ٢٦ عاما كان أسبق منه في ذلك المضمار، حيث كان يجرى تجاربه على تهجين نبات البسلة، ولكنه ارتبك فيما يختص بحقيقة أنه يمكن فهم الصفات المتوارثة، كوجود منفرد ومستقل، وكذلك عند الإقرار بوجود الجينات. قام مندل بنشر اكتشافاته في صحيفة غير مشهورة ، فلم تلق أبحاثه بصفة عامة اهتماما إلا في السنوات التالية. وعندما قمنا باختبار ما توصل إليه بدقة أكثر، أصبح من الواضح أنه قد غش في نشر نتائجه، فهي بعيدة كل البعد عن أن تكون صحيحة ، فالنظم الطبيعية تعرض المظاهر الدقيقة التباين التي غابت من نتائج مندل، وواضح الآن أنه علم أنه على حق، وأن الوراثة بنيت على تلك الوحدات غير القابلة للانقسام المسماة بالجينات ، ولكنه لم يكلف نفسه مشقة إجراء التجارب التي كان عليه أن يجريها. وبدلا من ذلك ، لفقها ونشرها بأى طريقة. وقد أوضح «ويلهم جوناسين» – الأخصائى الزراعى – الدانمركى المولد، أن طبيعة الكائن يمكن تعريفها بما يحتويه الكائن من الجينات، وذكر أنها تتأثر كذلك بظروف النمو ، فلو نمت جنور الفاصوليا في ظروف فقيرة، لنتجت النباتات وبنورها عليها أصغر من المعتاد، أما التي تنمو تحت ظروف جيدة الرى والتغذية، فإنها تصبح كبيرة وخضراء وتنتج بنورا أكبر بكثير من تلك في الحالة الأولى. ولكن على أى حال ، وحتى بعد عدة أجيال، فلا تتغير الصفات الموروثة للأنواع، فتؤدى زراعة بنور فاصوليا صغيرة مع بنور كبيرة إلى نباتات متساوية فى الحجم والإنتاجية. وقد قارن جوهانسن بين الطراز العرقى (الصفات الموروثة فى النوع) والمظهر الموروث (الطريقة التي تعبر بها تلك الصفات عن نفسها)، وحينئذ حلت مرحلة التقدم المفاجئ باكتشاف الصبغيات (الكروموزومات) كأجسام تحتوى على الشفرة الوراثية .

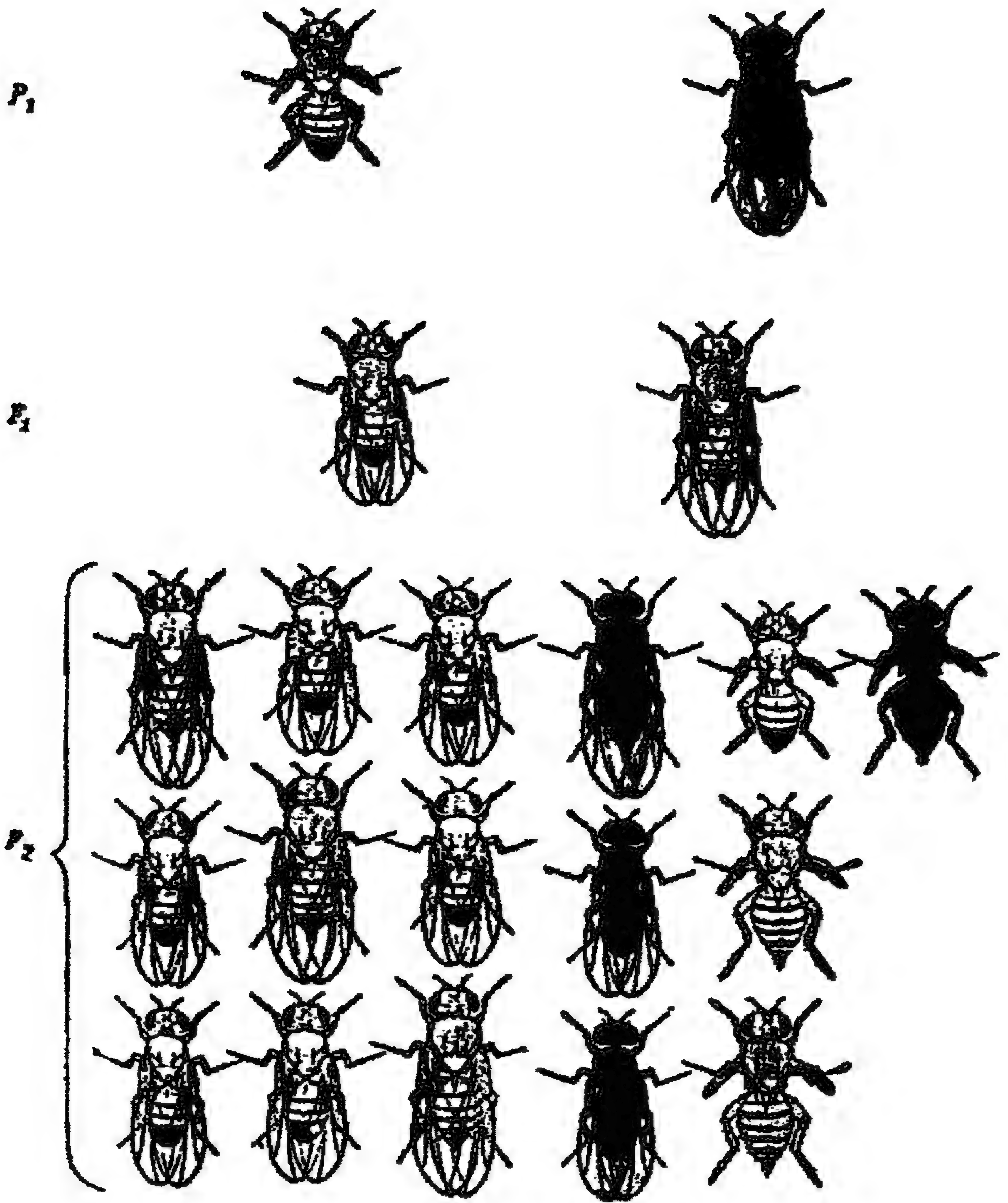
كان «كارل نيچلى» أول من لاحظها فى عام ١٨٤٢ ، حيث رسمها «كارل رابل» فى ١٨٨٧ رسما جميلا، واتخذت الكروموزومات اسمها الحالى بناء على تسمية «والدير» لها فى العام التالى. وعلى أثر ملاحظة الكروموزومات، بدأ يتضح لعلماء الحياة أنها لا بد وأن تكون متصلة بنقل الصفات الموروثة من جيل إلى الجيل التالى، حيث إنها كانت تعبر من جيل إلى التالى . ويعتبر جنس الفرد بالطبع هو أكثر الصفات الأساسية التي تورث داخل النوع ، وفى ١٩٠٦ اكتشفت خاصية تحديد الجنس المتحكم فيها الكروموزومات الخاصة بجنس الفرد. وقد ميز العالم

الأمريكي المشهور «إدموند بيشر ويلسون» (١٨٥٦-١٩٣٩) أن الكروموزومات كانت مسئولة عن تحديد الجنس في الكائن الجديد، ثم وصفت «نيتي ستيفانز» (١٨٦١-١٩١٢) التي كانت تعمل في كلية برينماور في بنسلفانيا الكروموزومات ذات الشكل (x) والشكل (y) في عام ١٩٠٦ وأوضحت بيتي أن الكروموزومات ذات الشكل (x) هي المسئولة عن تحديد الأنوثة، بينما تحدد ذات الشكل (y) الذكورة. ومنذ تلك اللحظة، بدأ البحث في الصفات القابلة للتوريث ، وقام العلماء بإجراء بحوثهم على النواة بدرجة أعمق ، محاولين ربط الصفات المورثة بتركيب الكروموزومات . ووضع العمل الأساسي في بحث طبيعة الكروموزومات بواسطة عالم لا يقل في إتقان عمله عن سبقوه ، وهو الأمريكي «توماس هنط مورجان» (١٨٦٦-١٩٤٥) ، المولود في كنتكي .



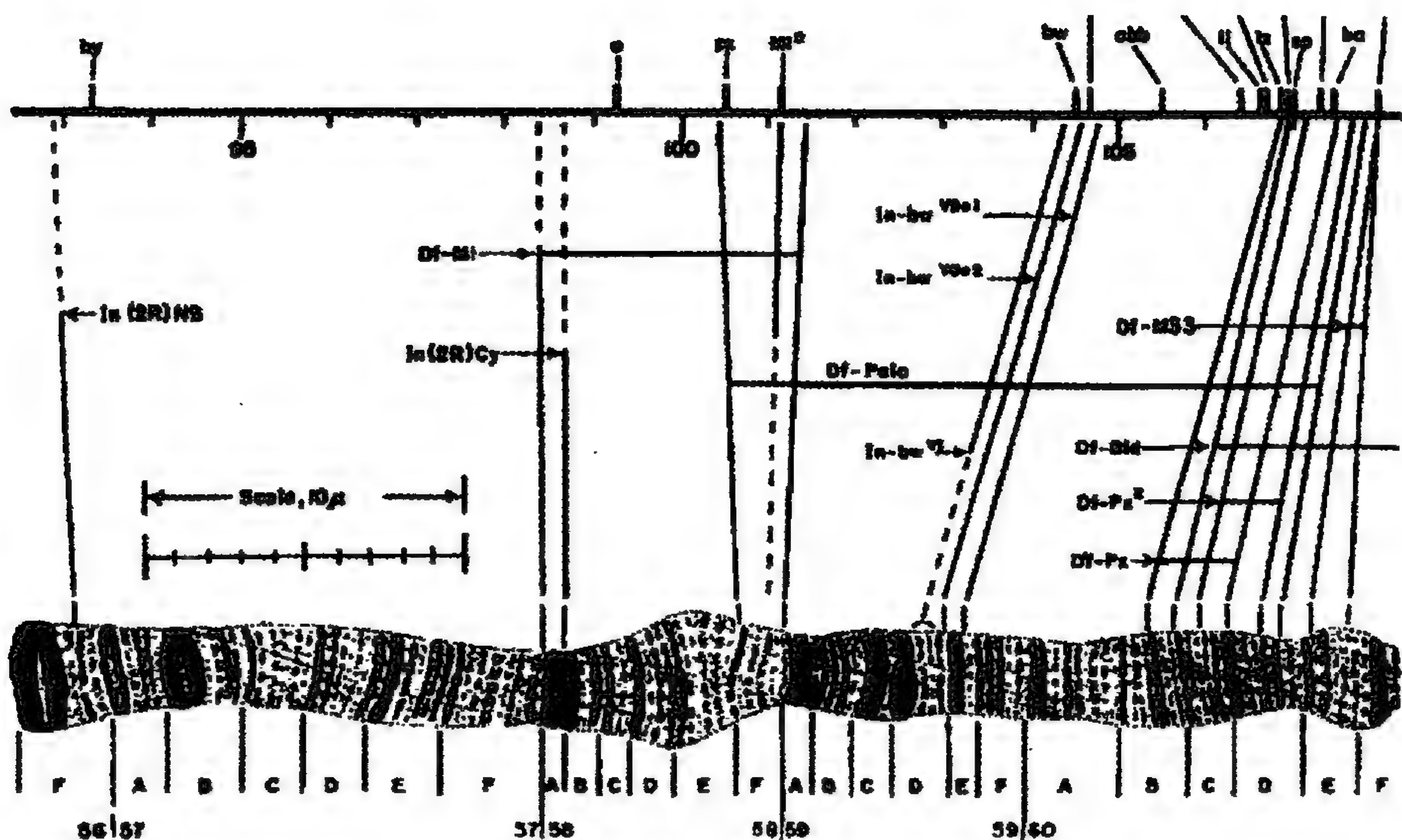
شكل (١١)

كيف سجل الرواد انقسام الخلية رسم كارل رابيل انقسام الخلية في ١٨٨٧، موضحا الكروموزومات ذات الشكل الشريطي والمكونة لمجموعة قرب منتصف الخلية كما يظهر (a) ثم تتجذب تجاه طرفي الخلية بخيوط دقيقة تتكون خلال الانقسام ، ويبين هذا الرسم بالضبط كيفية انقسام الكروموزومات وانجذابها بعيدا عن بعضها نتيجة لانكماش الخيوط في كل بين الخليتين الناتجتين من الخليتين . وهذه هي الطريقة التي تتوزع بها مادة (بنا - DNA) عن الانقسام .



شكل (١٢)

تجارب التهجين التقليدية على ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) كانت هذه الحشرة أول نوع استخدم في تجارب التهجين، والذي يبين أن غزارة الطفرات يمكن إرجاعها إلى العلاقات بين الجينات المعنية. وهذه الدراسة الأصلية التي قام توماس هنط مورجان بإجرائها تبين كيف أنه ينتج عن زوج من الحشرات البالغة جيل من طرازين متشابهين ، بينما نسل الأخير يتضمن طفرات سوداء وبدون أجنحة .



شكل (١٣)

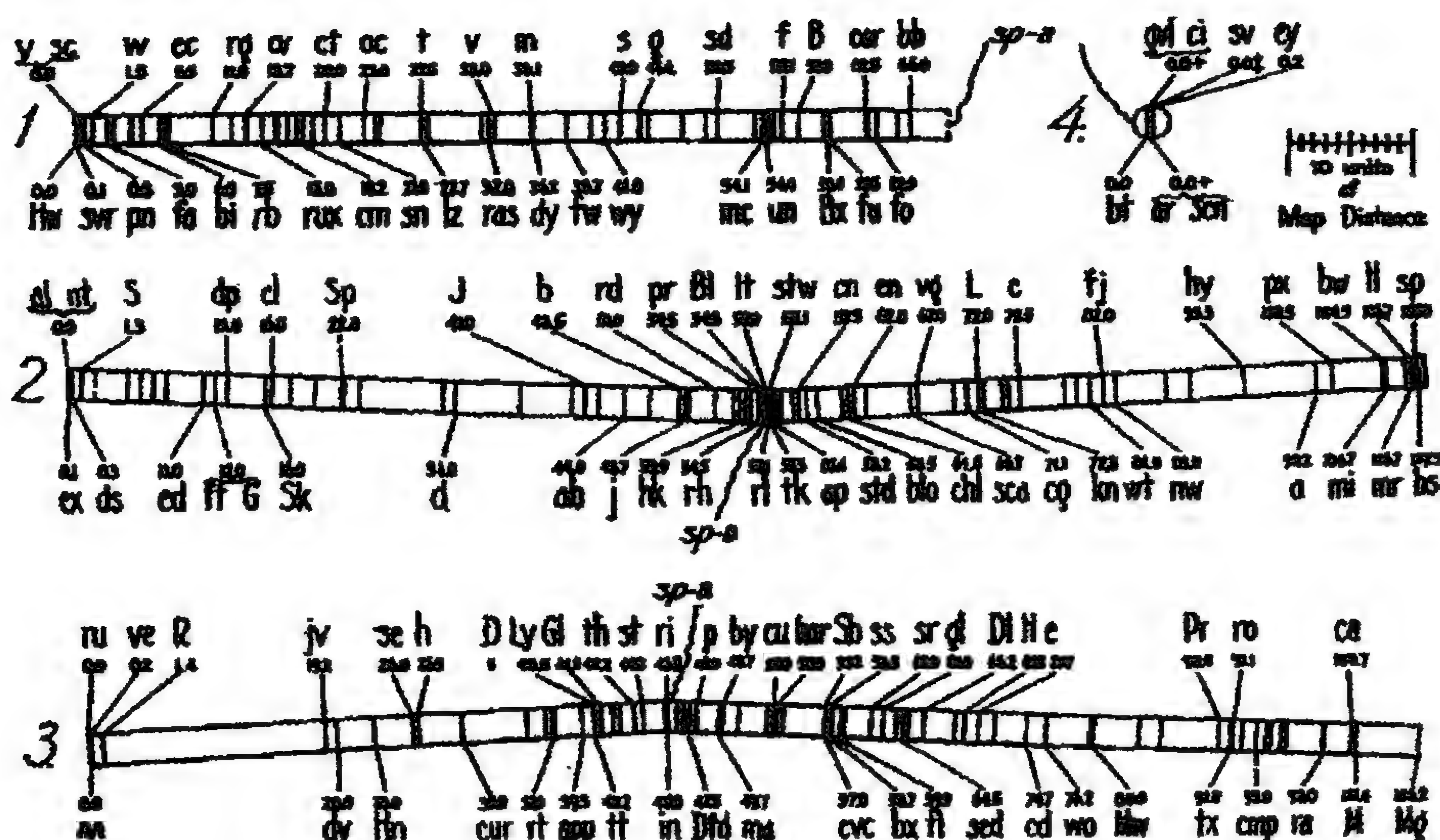
رسم خريطة الجينات على كروموزومات ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) وجد العلماء الطريقة إلى تحديد موقع كل عام وراثي (جين)، وذلك بدراسة الطريقة التي كان يتم بها عبور الجينات على الكروموزوم الواحد، فلما تم تجميع البيانات الموضعية (عبر القمة) أمكن مقارنتها بنطاقات الأشرطة التي لوحظت على الكروموزومات العملاقة، وتم طبع هذه الخريطة بواسطة ك. ب. بريدجز عام ١٩٣٥، وتظهر جزءاً من الكروموزوم الثاني في ذبابة الفاكهة .

فقد درس كائناً معروفاً لكل علماء الحياة العصريين ، ألا وهو حشرة ذبابة الفاكهة (الدروسوفيلا) التي تبدو اختياراً متميزاً لدراسة علم الوراثة ، ولكن مورجان اختارها في ١٩٠٨ بسبب صفاتها المثيرة للقول، والتي جعلتها موضوعاً مثالياً للدراسة ، فهي خصبة بدرجة متميزة ، ففي البيئة الدافئة تفقس بويضاتها بعد ١٢ يوماً ، ويمكنها أن تتحمل ظروفاً بيئية لا تتحملها الأنواع الأخرى . وحينما تتغذى الدروسوفيلا في الأسر،

تبين طفرات يمكن تمييزها بسهولة ويستطيع العلماء دراستها، وأخيرا (وربما الأكثر أهمية) لدينا الطبيعة غير العادية للكروموزومات، فأنوية خلية الدروسوفيلا تحتوى على أربعة أزواج من الكروموزومات، يختلف كل منها فى الحجم والمظهر، وبالتالي، فيسهل تمييز كل منها. والأكثر أهمية من كل ذلك، أن الكروموزومات فى خلايا غدد الحشرة اللعابية تحوى كروموزومات عملاقة. ويتضاعف كل موقع جينى على امتداد التركيب الشريطى للكروموزوم، وبذلك يصبح حجم الكروموزوم أكبر بكثير من حجم الكروموزوم العادى، فيصبح شكل كل كروموزوم مقسما إلى شرائط تشبه الأقراص المرصوصة على خيط، ويمكن تمييزها بصفات وراثية مميزة. وغالبا - كما سبق الظن - أنه يمكنك رؤية الجينات نفسها باستخدام مجهر تقليدى. واستغرق الوصول إلى هذا المشهد حقبا عديدة، ولكن على أى حال، صدرت طبعة ١٩٥٠ من كتاب إدموند سينوت بعنوان «السمات الوراثية»، ليؤكد أن هذه الفكرة لا تزال فى حاجة إلى برهان، حتى فى ذلك التاريخ المتأخر نسبيا. ويقول سينوت: «يقضى الافتراض بوجود اتصال بين الجين والآخر وبين كل الأقراص التى فى كروموزومات الغدد اللعابية، ولكن هذا (على حد قوله) لا يزال افتراضا لم يتم إثباته». وكان مورجان قد بدأ من الأصل تجاربه، حينما بدأ نشر بحوث مندل المنسية، فانصب اهتمامه الأساسى على إثبات خطأ نظريات مندل عن الوراثة، ولا ح فى بادئ الأمر كما لو كانت قولته قد ثبت صحتها، ولكن مورجان لاحظ أن واحدة من طفرات الدروسوفيلا - ذات صنف جديد تغيرت عيناها إلى اللون الأبيض، ولم تسلك سلوكا يخضع للقوانين الوراثة التى وضعها مندل.

وبعد إكثاره لعدة أجيال، تحقق مورجان أن هذا يمكن أن يفسر بدقة عندما يكون موضع الجين الذى يحمل العيون البيضاء فقط على الكروموزوم الخاص بتحديد جنس الحشرة، وبذلك اكتشف الوراثة المتعلقة بتحديد جنس الحشرة.

ولاحظ مورجان أيضا ما ثبت أنه أمر بالغ الأهمية، فالجينات التي على كروموزوم معين لم تكن دائما تورث كما هو متوقع، فأحيانا كانت الجينات تتبادل على الكروموزومات. واتضح فجأة أن الكروموزومات المتراصة بجوار بعضها خلال المراحل المبكرة لانقسام الخلية قد تتبادل جينات فيما بينها. وهذه هي الظاهرة المعروفة باسم «العبور» وكانت هذه الظاهرة مفاجأة، زودت مورجان وفريقه بأداة جديدة للبحث. فقد افترضوا (وهذا صحيح، كما ظهر فيما بعد) أنه كلما ابتعد الجينان عن بعضهما على نفس الكروموزوم، كلما كبرت الفرصة لتبادل مواقعهما، بينما ليست هذه الحال - إحصائيا - في الجينات الأخرى المتلاصقة.



شكل (١٤)

الخريطة الجينية الأولى تتخذ شكلا خلال الثلاثينات من القرن العشرين تم ترتيب مواضع الجينات بطريقة منهجية على خريطة الكروموزومات الأربعة للدروسوفيلا، وأعطيت الجينات رموزا مختصرة لأسمائها، وقد هيا البحث الوراثي الفرصة للمشروع العالمي المعاصر الذي يهدف إلى عمل خريطة للجينات الإنسانية، ويمكننا الآن أن نرتب تسلسل الجينات ونحصل على بيانات دقيقة بطريقة أكثر مباشرة.

وللمرة الأولى، أمكن استخدام سجلات تبادل الجينات لحساب البعد بين زوج معين من الجينات، وقام أحد تلاميذ مورجان وهو خريج يدعى . هـ. ستورتفانت بعمل خريطة لخمس جينات مرتبطة بالجنس، مستخدما مدخلا إحصائيا، ومنتجا للخريطة الأولى للكروموزومات فى التاريخ، التى نشرت فى ١٩١١ ، وكانت هذه الخريطة نتاج جهود بحثية كثيرة جعلت من الدروسوفيلأ أفضل مادة وراثية معروفة فى العالم. وبحلول عام ١٩٣٩ كان قد تم تعيين مواقع جملة قدرها ٥١٤٩ شريطا على كروموزومات الدروسوفيلأ . ويتخيل معظم الناس أن هذا النوع من العمل قد تم حديثا فقط .

كان من الواضح أن الكائنات المختلفة لديها عدد مختلف من الكروموزومات، ولكن كروموزومات معظم الحيوانات أثبتت أنها صعبة الملاحظة، فهى - أساسا - أصغر من كروموزومات النبات ، وأثبت إحصاؤها أنه عملية شاقة، وكانت إحدى الحقائق الهامة عدد الكروموزومات فى الخلايا الإنسانية ، التى تراوح تقديرها من ثمانية إلى ستين كروموزوما . وكان العلماء مقيدين بعد الكروموزومات فى عينة الخلية العادية التى تقوم بالانقسام، أثناء المرحلة الوسيطة بين انقسامى الخلية حيث لا يمكن رؤية الكروموزومات ، فهى لا تتكثف وتصبح مرئية إلا حين تنقسم خارج النواة. وحتى فى ذلك الوقت، فيستحيل تقدير عددها ما لم يتم عمل قطاع عرضى فى منتصفها أثناء انقسامها ، الأمر الذى كان ينذر حدوثه ، ويصعب على أى أحد ملاحظتها بوضوح وإحصاء عددها بدقة . قام أحد العاملين على المجهر فى جامعة تكساس ويدعى «ثيوفيلاس بينتر»، بنشر إجابة محددة على هذا السؤال فى ١٩٢٨ ، وهى : أن الخلايا الأدمية تحتوى على ٤٨ كروموزوما، وظل هذا العدد مقبولا لفترة ٣٠ عاما ، بالرغم من أنه كان غير صحيح، فالعدد الذى يوجد فى الخلية فعلا هو ٤٦ كروموزوما ، ويقال دائما أن أهل تكساس يبالغون قليلا فى كل شئ، بيد أنه لم يكن هذا هو السبب فى خطأ بينتر، فقد كان تركيب الكروموزومات محيرا فى الوقت الذى تم فيه التقدير ، حيث كانت الرؤية الواضحة لها من أصعب ما يمكن، ولذلك يمكن فهم السبب فى خطأ تقديره للعدد فى ذلك الوقت ، فلا أحد كان يبحث عن طريقة لتسهيل دراسة الكروموزومات ، وكان من المعتقد أن مراوغتها جزء من الحقائق البسيطة للحياة ، فلم يتم تصحيح عدد الكروموزومات قبل ١٩٥١ ، وكان التوصل إلى ذلك من قبيل الصدفة، حيث اكتشف باحث حاصل على الدكتوراه فى جالفستون، ويدعى «ت. س. هسو» تدرب على يد «بينتر»، وكان مكلفا بدراسة الكروموزومات فى الثدييات، فوجد العمل محبطا للهمة، وحتى حينما كان يدرس الأنسجة السريعة النمو

التي يمكن غالبا رؤية خلاياها المنقسمة، حيرته الطريقة التي كانت الكروموزومات تحتشد بها في وسط الخلية. وذات عصر يوم وضع عصير عينة محضرة تحت مجهره ففوجئ بأن الكروموزومات لم تعد محتواة في الخلية، وبدلا من ذلك كانت تنتشر بشكل جميل ، فلم يصدق عينيه، ومشى إلى المقهى الملحق بالمدينة الجامعية، وحين عاد إلى العمل ، نظر مرة ثانية في المجهر، ووجد أن الكروموزومات لا زالت كما تركها، وبيعض حسن الحظ كانت تنتشر عبر مجال الرؤية ويمكن ملاحظتها بسهولة .

وقد فسر ذلك بأن الخلايا التي على هذه الشريحة كانت قد غمرت بالماء أو بمحلول ملحي أقل تركيزا من المحلول العياري، بحيث أدى التأثير الأسموزي إلى انفجار الخلايا فانفتحت، فسمحت بخروج كروموزوماتها وجعلتها أسهل في التناول بالدراسة، ولم يصحح «هسو» الملاحظة بأن نواة الخلية الإنسانية تحوى ٤٨ كروموزوما (تقبل هذا الرقم من أستاذه، ثيوفيلي بينتر ولم يشك أبدا فيه)، وتبنى هذا الاكتشاف العلماء الآخرون المتخصصون في دراسة الكروموزومات، الذين بدأوا في إغراق تحضيراتهم الخلوية بمحلول ملحي ضعيف العيارية لتنفجر الخلايا فتنتفتح وتتحرر كروموزوماتها وسرعان ما شاع استخدام هذه التقنية .



شكل (١٥)

الكروموزومات داخل الخلية الإنسانية تتميز الخلية الإنسانية بوجود ٤٦ كروموزوم يمكن الآن تفريقها وصيغتها وإحصاء عددها، وقد تشد في بعض الأحيان عن هذه القاعدة ، فمثلا نكر «داون» في كتابه «مرضى الأعراض المتلازمة» وجود كروموزوم إضافي رقم ٢١، وكذلك نعلم أنه في بعض أنواع المحاصيل التقليدية يبلغ عدد الكروموزومات ضعف وربما أربعة أضعاف العدد الطبيعي .

وفى ذلك الوقت توصل العالمان الأمريكى ألبرت ليفان وجوهين تيجو فى السويد إلى اكتشاف جديد هام وهو مادة الكولشيسين، المستخلصة من متوك زهرة الوينكا، وهى توقف انقسام الخلية فى المرحلة الوسطية، وتمنع تكون المغزل الذى يسحب الكروموزومات بعيدا عن بعضها أثناء انقسام تلك الخلايا ، وتنتج عن هذا الاكتشاف أن الخلية تبدأ فى الانقسام ولكنها لا تستطيع إكمالها، وبذلك يتم الحصول على عينة من الخلايا توقفت بها الكروموزومات فى منتصف الطريق إلى الانقسام . ومعنى أن العلماء أصبحوا قادرين على جمع أعداد كبيرة من الخلايا المنقسمة ، وبذلك انتهى البحث عن نماذج خلايا منقسمة بالصدفة . وقد قام ليفان وتيجو بإحصاء عدد الكروموزومات فى الخلايا الأدمية وانتهيا إلى أن جملته تبلغ ٤٦ كروموزوما، وأعلنوا نتائجهم التى توصلوا إليها فى ١٩٥٥، وأصبح هذا العدد للكروموزومات الإنسانية مقبولا من الجميع منذ ذلك الوقت، على الأقل، فى الخلايا الأدمية الطبيعية. وقد قام العالم الفرنسى ج. ليجين بدراسة للكروموزومات المأخوذة من خلايا المرضى بمرض «داون للأعراض المتلازمة»، وقرر أن هؤلاء المرضى لديهم كروموزوم إضافى. وفى عام ١٩٥٨ أعلن أن هؤلاء المرضى لديهم ٤٧ كروموزوما بدلا من العدد الطبيعى وهو ٤٦. وكانت هذه هى المرة الأولى لحالة خلقية فى الإنسان يرتبط فيها شذوذ الكروموزوم بالمرض .

وتبرز حقيقة هامة وجديرة بالملاحظة وهى أن الجينات لا تستقر فى نفس المكان على الكروموزوم وهذه الظاهرة المعروفة باسم «الجين القافز» قد اكتشفتها عالمة أمريكية تدعى باربارا ماكلينتون، أثناء عملها على نباتات الذرة الشامية فى معمل كولدسبرنج هاجر فى لونج آيلاند مستخدمة ألوان بذور الذرة، مجتمعة معا الكيزان، لتدرس كيف يتم توريث الصفات. وصممت تجربة تستطلع بها كيف تنتقل الجينات من جيل لآخر، وأوضحت نتائجها الدقيقة شيئا غير ذلك؛ فأحيانا تلاحظ طرزا غير متوقعة بالكلية من الوراثة، وشعرت بأن الطريقة الوحيدة لتفسير هذه النتائج هى استنتاج أن الجينات يمكنها تغيير مواضعها على طول الكروموزوم، وبينما تقوم بعملها، حصرت اهتمامها فى جينين اثنين على الكروموزوم الثامن، هما الجين المنشط (ج م) والجين المفرق أو الفاصل (ج ف) الذى يحكم الأول . وبينت ماكلينتون أن إشارة تصدر من الجين المنشط (ج م) تؤدي إلى قفز الجين المفرق (ج ف) إلى موضع جديد على الكروموزوم ، وأمكنها تتبع حركته بملاحظة تأثير الجين المفرق على الجينات المجاورة. وهذه النتائج كفيلة بقلب كثير من الافتراضات الجوهرية الأساسية مما يعدها بوضوح

أكثر الاكتشافات جوهريّة. وتم كشف النقاب عن هذا الاكتشاف في اجتماع عقد في عام ١٩٥١. وأنا أعلم ما تظن، فقد كان هذا الاكتشاف مفاجأة هائلة للعاملين في مجال الوراثة المجتمعين في مؤتمر «كولد سبرينج هاربور» في ذلك العام، ولكن الذي حدث في المؤتمر كان غير ذلك، فلم يلق أحد بالا إلى ذلك العمل، ولم تتم مناقشته، ومر بدون تعليق. وعادت ماكلينتون إلى معملها وواصلت عملها في سرية، بدون المزيد من الإحراج، ومرت بسنوات قبل أن يتحقق أحد مما اكتشفته، وفي الوقت المناسب أدرك المعهد الذي تعمل به، أهميتها، وفي الحقيقة تسلمت جائزة نوبل في الفسيولوجيا والطب ولكن ليس قبل عام ١٩٨٣، عندما أعلن عن نتائجها بعد أكثر من ٣٠ عاما.

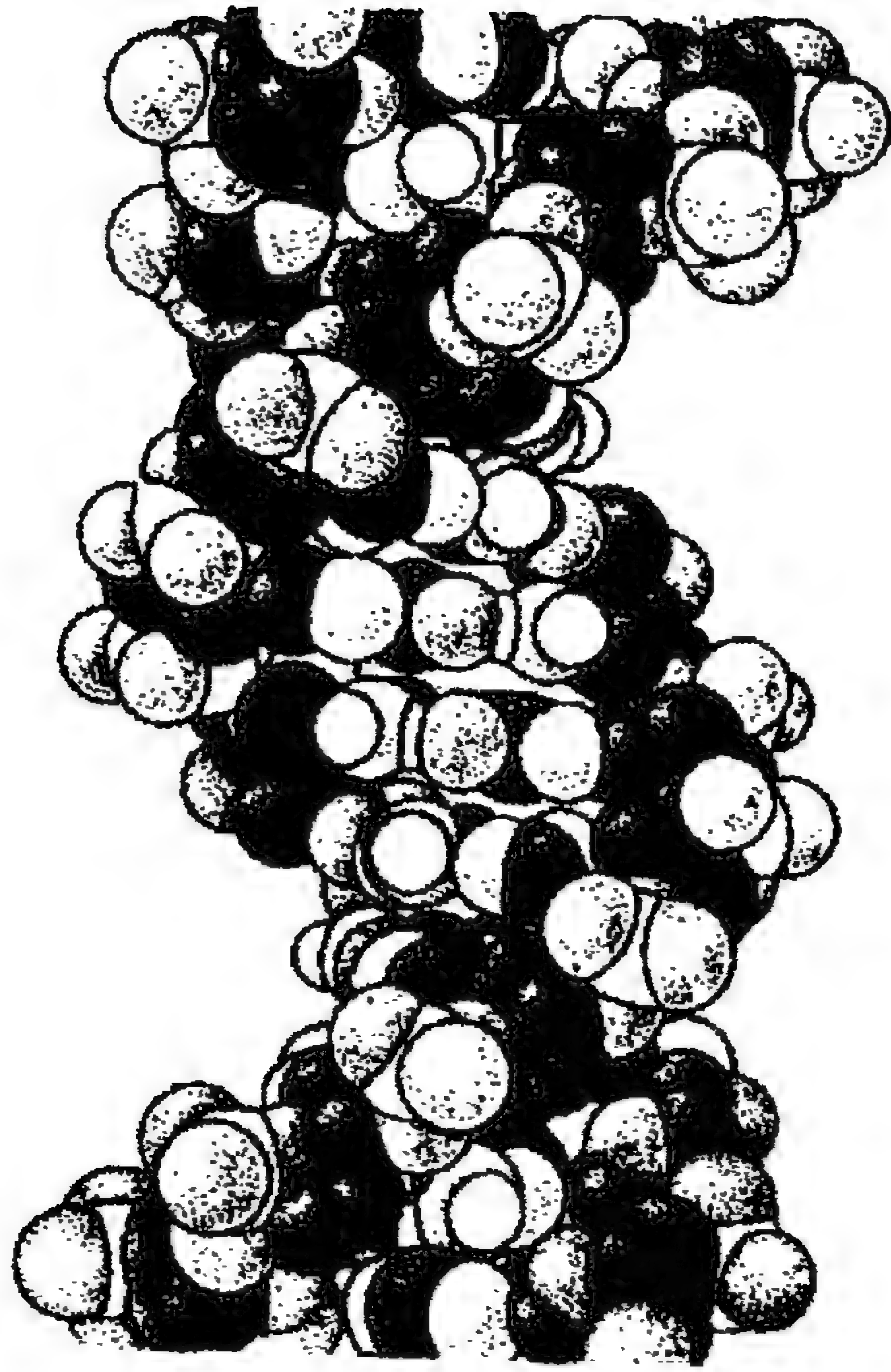
وعلى نفس الدرجة من الأهمية، كانت معرفة الطريقة التي تعبر بها الجينات من خلية لأخرى، فقد لاحظ عالم الميكروبات البريطاني فريدريك جريفيث في عام ١٩٢٨ - وكان يجري تجربة بهدف التوصل إلى طعم للتحصين ضد الالتهاب الرئوي - أنه عندما حقن فئراننا بسلالتين من البكتريا، إحداهما (س) كانت مميتة، بينما الأخرى (ر) كانت غير ضارة لعائلها. اختلفت السلالتان اختلافا جوهريا في تأثيرهما على العائل، فقتلت السلالة (س) الفئران، بينما لم تؤثر عليهم السلالة (ر). وبرز هنا سؤال عما لو إذا كان السلالة (س) قتلت بالحرارة. وكانت الإجابة كما توقعها، أن الفئران كانت ستعيش، فلو كانت هذه الفئران قد حقنت فيما بعد بالسلالة (ر) لماتت، لأن سلالة البكتريا الحية غير الضارة كانت قادرة بوضوح على التقاط الجين المميت من السلالة المميتة (س) بعد مزجها معا. ودلت التجارب التي أجريت فيما بعد على حدوث نفس التأثير حتى في أنبوية الاختبار ينتج عن خلط بكتريا حية من السلالة (ر) ببكتريا مميتة من السلالة (س) إلى بكتريا تحمل صفات البكتريا الحية من السلالة (س) فقد التقطت بكتريا السلالة (ر) شيئا من أفراد بكتريا السلالة (س) نتيجة وجود الأولى مع الثانية في سائل واحد تسبح فيه البكتريا المميتة (س). والسؤال هنا، ماذا كان ذلك؟

للتوصل إلى إجابة تفسر هذا اللغز، نعبر المحيط الأطلسي إلى جامعة روكفلر، حيث حاول ثلاثة من الأمريكيين وضع خطة عام ١٩٤٤ لتقصي حقيقة هذا الجين «المتهم». فأعاد هذا الفريق بقيادة أوزوالد أفيري إجراء تجارب جريفيث، وبعد التخلص من المكونات واحدا بعد آخر من السائل، مختبرين كل من المكونات في كل مرة ليلاحظوا ما إذا كان المركب الحيوي لا يزال في السائل، حيث تخلصوا من البروتينات والدهون ثم من الكربوهيدرات حتى وجدوا أن الجوهر الذي بقي - عندما لم يبق شيء

فى السائل - كان عبارة عن جزىء مادة غامضة ذات قوام يشبه الخيط اللزج ، ووجد أفيرى أنه يمكنه أن يلف هذا الخيط حول نهاية قضيب زجاجى. وقامت المجموعة بتحليل هذا المركب عالين بأنهم أمسكوا بالدليل، ولما قاموا بتحليله عالين بأنه يحوى الدليل الوراثى الذى يقودهم إلى سر انتقال التأثير المعدى ، فوجدوا أنهم اكتشفوا الحامض النووى ديز أوكسيريبو ينوكلييك أو «دنا -DNA» .

واحتاج العلماء إلى معرفة كيف تصنع الجينات هذا الحمض، فتسابقوا إلى إمطة اللثام عن هذا السر. وتوصل العالم ليناس بولينج، قائد ذلك التسابق، وهو غريب الأطوار، يعمل فى معهد كاليفورنيا التقنى، صاحب المنزلة المتميزة بحصوله على جائزتى نوبل فى مجالات مختلفة، الأولى فى الكيمياء عام ١٩٥٤ (لإنجازاته فى القوى الجزيئية) والثانية عام ١٩٦٢ للسلام للحملة التى قادها ضد الأسلحة النووية. وفى ذلك الوقت كانت طرق التحليل الكيماوية تستخدم لحل مشكلة التعرف على تركيب الحمض النووى «دنا». وكانت طريقة دراسة البلورات باستخدام الأشعة السينية (أشعة إكس) هى إحدى التقنيات الهامة التى - خاضت مصاعب كثيرة قبل أن تبرز كتقنية مجربة وهى ليست صعبة الفهم، إذا نظرت ليلا إلى مصباح بعيد فى الشارع من خلال قماش مظلة، فلن ترى المصباح كصورة منفردة، بل كمجموعة من النقط تغطى منطقة أكبر من صورة المصباح. وتفسير ذلك أن الضوء يحيد عن خيوط نسيج المظلة، مكونا طرازا مميزا، ينتمى مباشرة إلى نظام صفوف خيوط المظلة. وفى الحقيقة، يمكنك بهذه الوسيلة التعرف على كيفية نسج القماش . بالضبط يمكن - كما يحيد الضوء عن خيوط النسيج - أن يحدث ذلك للأشعة السينية (أشعة إكس) . وكان الفيزيائى الألمانى ماكس فون لوى أول من اقترح هذه الفكرة فى ١٩١٢ فى معهد الطبيعة (الفيزياء) النظرية بميونخ .

وحين ناقش هذه الفكرة مع مدير المعهد أرنولد سومرفلد قوبل برفض عنيف، فسومرفلد لم يستطع رؤية وجهة نظر لوى الذى قيل له ألا يضيع وقتا أكثر فى هذه الفكرة، وإزاء هذا الرفض قرر لوى أن يتحدى تعليمات المدير وأعطى المشروع لطالبى بحث يعملان تحت إمرته يدعيان و. فريدريش و ب. كنينج، اللذان سرعان ما أنتجا أول نظام حيودى للأشعة السينية. وفى ذلك الوقت كان هناك القليل أكثر من الفضول - وفى الحقيقة اعترف فريدريش فيما بعد أنهما لم يفهما حقيقة ما يجرى، ولكنهما مضيا يعملان فى اتجاه غير محبب لهما فى ذلك البحث .



شكل (١٦)

الشكل المألوف للحرزون المزدوج للحامض النووي (دنا - DNA) يتميز ذلك الحامض النووي باختلاف شكله عن شكل أى جزيء آخر، ويستخدم فى الإعلان عن الأحداث والمعارض فى كل أنحاء العالم، وهو ذو تركيب حرزوني يمكنه الانفصال بسهولة إلى اثنين منتجاً شريطاً جديداً من (دنا) وتضاف إليه أزواج جديدة من القواعد فروعها الجانبية بينما ينفصل الشريطان، ويبلغ عدد أزواج القواعد ثلاثة بليون فى مركب (دنا) للشخص الواحد .

وكان العالمان البريطانىان وليام هنرى براج وابنه لورنس، هما أول من طوراً التقنية بطريقة معملية قياسية فى جامعة كامبريدج، وحصلوا سوياً على جائزة نوبل فى الفيزياء عام ١٩١٥ للإنجاز الرائد فى حيود الأشعة السينية. وفى عام ١٩٣٧، بينما كان ماكس بيروتز يعمل فى المعمل الذى أسسه براج فى جامعة كامبريدج، خطط ليحلل تركيب الهيموجلوبين ، وكان عملاً طويلاً استمر حتى أوشك الاعتماد المخصص للدراسة على النفاد، ولم تكن الجامعة لتقدم له أى مساعدة أخرى . وفى غمرة هذا اليأس، قابل لورانس براج أمين المجلس الطبى للبحوث على مائدة غداء فى نادى

أثيناويم بلندن، وتم حسم المشكلة نهائيا وتم الاتفاق على تجديد المعونة فى ذلك الوقت الحرج .

وفى النهاية ، تم التعرف على مركب (الهيموجلوبين) (المركب الأحمر للدم) من خلال تلك التقنية وحصل ماكس بيروتنز بالمشاركة على جائزة نوبل للكيمياء فى عام ١٩٦٢ مع مساعده جون كيندرو الذى استخدم طريقة دراسة البلوريات بالأشعة السينية لدراسة تركيب الهيموجلوبين ، ذلك البروتين العضلى وخلال الحقب التالية ظهر أنه يمكن إحداث الطفرات باستخدام الكيماويات المسببة للسرطان وبالإشعاع. وقام كثير من العاملين فى هذا المجال بتعريف مركب كيماوى يعرف باسم الحامض النووى «دنا»، فى الكروموزومات. وفى الأربعينات من القرن العشرين بدأ تبلور الفكرة بأن هذا المركب يحوى الدليل على طبيعة الجينات ، وكانت المشكلة أمام الباحثين هى إيجاد التركيب الكيمائى الذى يفسر كيفية تضاعف هذا المركب ووراثته فى الأجيال التالية، ولقى هذا الموضوع تشجيعا حماسيا جارفا عند طرحه فى اجتماع رئيسى، وكان هذا الاجتماع قد انعقد من أجل الشجار الصاخب . وبعد انتهاء الحرب العالمية الثانية، قررت جمعية البيولوجيا التجريبية الاحتفال بذلك فى مؤتمر كبير عن «التنفس». وفى هذا المؤتمر قامت معركة خطيرة بشأن التنظيم، وفى اللحظة الأخيرة تقرر تغيير الموضوع وتجنب مناقشات أخرى. واقترح أحد أعضاء الفريق البحث بالجمعية فى موضوع «الأحماض النووية» كبديل يمكن ألا يثير أهدا، فتمت الموافقة عليه . ومن الغريب أن يرجع عقد الاجتماع الهام فى يوليو ١٩٤٦ بجامعة كامبريدج إلى تعارض الأمزجة. ففى تصادم لإيجاد عدد كاف من البحوث ، تم إدخال عدد منها كانت قد صدرت منذ سنوات والسماح بإلقائها، حيث تضمنت نتائج عن استخدام الطراز الحيوى للأشعة السينية على مركب «دنا» ، وأدت هذه البحوث إلى إعادة إضرام اهتمام المشاهدين بالموضوع . ومنذ ذلك الوقت ، تم تقبل أن الحمض النووى « دنا» هو المادة الوراثية بالخلية ، وأصبح موضوع السباق بين العلماء هو حل لغز كيفية تضاعفه أثناء انقسام الخلية .

وقام اثنان من العلماء الهامين ببحث موضوع عن تضاعف الحمض النووى «دنا»، هما كريك وواتسون، ولكن موريس ويلكنز وفرانكلين هما اللذان قدما الدليل على الطبيعة الغريبة لجزء هذه المادة - الحلزون الشهير - كما يعرفه كل امرئ الآن - كان ويلكنز المولود فى نيوزيلاند عام ١٩١٦، مفتونا بدراسة البروتينات الرئيسية فى

النواة، وفي ١٩٥٦ ألقى محاضرة أكد فيها «أن دراسة البروتينات النووية المتبلورة في الخلايا الحية قد تساعد في الاقتراب أكثر من مشكلة تركيب الجين» ، وتبين ويلكنز أن جزيء مادة «دنا» يتخذ شكلا حلزونيا وكانت فكرة الشكل الحلزوني قد خرجت إلى النور. وكانت روزالين فرانكلين الفتاة اللامعة التي تعمل في بحوث التبلور - هي التي قدمت للعلم اكتشافات هامة عن تركيب جزيء مادة «دنا» التي قادت الناس إلى الفصل الأخير وهو «الحلزون المزدوج» . كان هذا هو الحل لكيفية تكاثر الجينات، وذلك بأن يصبح شكل الحلزون المزدوج مستقيما بدون تعقيد أو التواء كما لو كان حبل هاتف خال من التعقيد وينتج حلزونا جديدا من مادة «دنا» حيثما توجه .

وكان دخول العالمين فرانسيس كريك (المولود في نورثامبتون عام ١٩١٩) وجيمس واتسون (المولود في شيكاغو عام ١٩٢٨) إلى خضم هذا المعترك العلمي حظا كبيرا ، حيث كان كريك خريج الفيزياء الذي كان يعمل في الألفام المغناطيسية قبل افتتاحه بعلوم الحياة، والتحق عام ١٩٤٩ بمعامل المجلس الطبي للبحوث -في كامبريدج- وكان واتسون «طفلا سابقا مبكر النضوج» اكتشفه لويس كوان، منتج برنامج «عرض امتحان الناشئين في شيكاغو» وفي ذلك الوقت كانت جامعة شيكاغو قد قدمت برنامجا للتجارب لقبول الناشئين الانخراط في سلكها. وتم قبول واتسون وعمره ١٥ عاما. وبالرغم من أنه درس علم الأجنة، فكان اهتمامه لا يزال منصبا على مراقبة الطيور، وكان قد درس منها صيفيا في علم الطيور في عام ١٩٤٧ في جامعة متشيجان ووجد في نفسه ميلا له، حتى أنه أراد أن يتخصص في هذا الموضوع وتقدم إلى جامعة إنديانا كطالب دراسات عليا ، وتقابل واتسون مع كريك في كامبريدج . واتفقا على العمل معا في حل مشكلة الطريقة التي يمكن لمادة «دنا» أن تنقسم بها ، وتشاورا كثيرا مع أولئك الذين كانوا يعملون في حل هذه المشكلة، وتسبب هو لهم في مشاكل لا يمكنه اجتنبها. وكانت فرانكلين غاضبة من أن نتائجها الهامة استخدمت بواسطة أناس لم يفهموا المشكلة فهما كاملا . وسجل روبرت أولبي سخطها المتراكم بحيوية - كيف رفضت اقتراحا لواتسون وكريك لتوحيد جهودهما مع روزالين فرانكلين وفريقيهما في العمل على مشروع بحثي مشترك - بهدف حل لغز انقسام مادة «دنا» . ويقول أولبي - المؤرخ العلمي - في هذا الصدد «أن فرانكلين وفريقها لم تكن لتفعل شيئا في هذا الاقتراح» فقد شهدوا الجلفين يقومان بالتهريج» كما يقول أولبي «لماذا يجب أن يتغاضوا عن سلوكهما بتوحيد فريقيهما معا» وبعد مناقشة الموضوع مع الباحث الأول

للفريق فى ذلك المجال قرر لورانس براج منع كريك وواتسون من ممارسة أى نشاط فى هذا المجال البحثى . «فهذا المجال كان يجب أن يترك للمتخصصين» ، ونتيجة لذلك أعطى كريك مشروعا عن دراسات الأشعة السينية للبيبتيدات العديدة والبروتينات فى حين كلف واتسون بالعمل على فيروس موزايك التبغ .

وكان الكيماوى البارز إروين شارجاف يستخدم تقنية تحليلية بالفصل اللونى للتعرف على التركيب الكيماوى لمادة «دنا»، فاكتشف حقيقة مذهشة أنه مع كل التعقيد فى المعلومات التى تشير إلى محتوى مادة «دنا» ، كان هذا المحتوى عبارة عن أربعة قواعد مختلفة فقط، لكنها تشبه حروف الهجاء - فقط بإحلال هذه القواعد محل الـ ٢٦ حرفا من حروف اللغة الإنجليزية ولكن تذكر أن اللغة الإنجليزية تستخدم تراكيب مختلفة من مجرد ٢٦ حرفا، لتعبر عن اتساع معرفتنا وعن الأعمال العظيمة لمؤلفينا الكبار . ولكن عدد الحروف فى الفبائية لغة ليست متعلقة بجودة الأدب الناتج ، فالألفبائيات الأخرى تحوى تعقيدا أكثر اختلافا ، فهناك خمس وستون الفبائية فى العالم . وتجد أطولها فى لغة الخمير التى يتحدث بها الكمبوديون، وتتكون من ٧٤ صفة ، وأقصرها الروتوكاس التى يتحدث بها سكان جزيرة بوجانيفيل ، فى بابوا بغينيا الجديدة، فهى تتكون من ١١ حرفا . حقا إذن الحروف الهجائية فى مادة «دنا» أقصر حتى منها فى الحالة الأخيرة ، حيث تتكون من أربعة ، ولكن باستخدامها فى تراكيب مختلفة وتتابعات متباينة، فإن الطبيعة بذلك تخطط لبناء الإنسان الكلى من مركبات كيماوية بسيطة. ولا يستطيع الإنسان أن يبدأ فى فهم مثل هذا التعقيد الملهم . ففي ربيع ١٩٥٢ تقابل تشارجراف مع كريك وواتسون لمناقشة تركيب مادة مركب «دنا»، ووبخهم على قلة معلوماتهم عن اكتشافاته الكبرى وطردهما كما لو كانا بائعين على الرصيف (كما شرح أولبى) وعلق تشارجراف على هذا التصرف بقوله «فى حياتى لم ألتق برجلين نوى معرفة قليلة وطموحين إلى هذا الحد» .

كانت هناك احتمالات لأنماط عديدة صممت لمادة «دنا»، افترضتها فرق مختلفة، ولكن واحدا منها كان كامل الإقناع، ففي عام ١٩٥٢ استشار كريك الرياضى المشهور جون جريفيث عن التواليف الممكنة للأدينين أو الثيمين والسيتوزين أو الجوانين التى مكنها أن تبني طرازها الخاص بتركيب مادة «دنا» ، ولكن لم يمكن التوصل إلى توليفة من «دنا» واحدة تناسب كل حالات تلك التوافيق .

ولكن كان هناك حل وحيد ممكن يتمثل في تركيب أنيق مقترح من واتسون في آخر فبراير ١٩٥٣، ولكن في ٢٧ فبراير نوه كريك بأنه لا زالت هناك مشكلتان باقيتان، تحتاجان إلى حل ، وفي اليوم التالي أخرج واتسون مجموعة النموذج مرة أخرى وبدأ في إعادة ترتيب القواعد وفي هذه المرة بدا أن فكرته سوف تنجح، فقد كتب «أن الروابط الهيدروجينية بدت كما لو كانت تتكون طبيعياً» ، وهو رأى قيل بدون أى غش ، وحينما أتى كريك بعد ذلك وافق على اقتراح واتسون ، وبذلك أصبح النموذج الذي اقترحه واتسون في تناول الموضوع ناجحاً .

ومشى كريك بخطى واسعة بجانب حارة المدرسة الحرة ليشرب الجعة في حانة النسر، وبينما يمشى في الحانة ويخبر كل من يقابله أنه عثر على «سر الحياة» ، وفيما بعد كتب لهم ويلسن خطاباً يقول فيه «الظن أنكما زوج قديم من الأوغاد» ولكنه وافق على أن نموذجهم بدا مطابقاً للحقائق المعروفة، وقال براج الذي حاول أن يوقف بحثهم ، «حسناً إن كل اليونانيين ينتمون إلى». وفي كل عدد مجلة «الطبيعة» المنشورة في ٢٥ أبريل ١٩٥٣ كان النموذج مطبوعاً على شكل بحث قصير من تأليف كريك وواتسون ، وتبعه نموذج آخر من ويلكنز وفريقه ، وجاء بعد ذلك بحث ثالث من تأليف روزالين فرانكلين ، وتشارك كل من كريك وواتسون وويلكنز في جائزة نوبل للطب عام ١٩٦٢ ، ثم توفيت فرانكلين إثر إصابتها بسرطان الدم عن عمر يناهز ٣٠ عاماً .

وقد درس عالم الأحياء البريطاني فريد سانجر المولود في جلوسستر شاير عام ١٩٤٣ تتابع الأحماض الأمينية على جزئى «دنا»، وكان قد درس تتابع هذه الأحماض في البروتينات . وفي عام ١٩٤٣ بدأ سانجر في التعرف على تتابع الأحماض الأمينية في جزئى الأنسولين، وفي عام ١٩٤٥ اكتشف أنه يمكنه قطع سلاسل الأحماض الأمينية إلى عدة أطوال باستخدام المركب ٢-٤-داينيترو فلوروبنزين، واستغرق سنوات طويلة للتوصل إلى تركيب هذه المادة الهامة. وفي الوقت الذي اكتمل فيه مشروعه عام ١٩٥٣ أصبح قادراً على أن يعلن عن وجود فروق دقيقة بين صور الأنسولين في الأنواع المختلفة ، وتحول في المرحلة التالية إلى تمييز تتابع الأحماض على الحامضين النوويين «دنا»، و «رنا» (حامض الريبونوكليك) ضمن اكتشاف عديد من الأنزيمات حول العالم ، يمكنها تقطيع مادة «دنا» إلى عدة أطوال وتجميع هذه الأطوال .

وقد أدى هذا إلى إيجاد تقنيات إعادة التجميع المستخدمة حالياً للكشف عن تركيب الجينات، وأحد الأنواع المفيدة هي دائرة صغيرة من مادة «دنا» التي يمكن إزالتها من الخلايا ، ونسخها بأعداد كبيرة، وتغييرها وحينئذ إعادة إنتاجها ثانية . وهذه الدوائر معروفة بالبلازميدات كأداة هامة يستخدمها علماء الوراثة .

وحينئذ برز إلى الوجود الاكتشاف الحاسم (التفاعل المتسلسل لإنزيم البوليميريز) المسمى (ت م ب) بيد كاري مولليس (قيل ١٩٤٤) الذي كان يعمل في مطعم حين أغرى بالرجوع إلى شركة إستياس بكاليفورنيا، فوجد أنه بتسخين مادة «دنا» مع أنزيم البلمرة (البوليميريز) المستخرج من بكتريا توجد في منطقة الينابيع الساخنة (هوت سبرينجر) وقارنها بعينات أخرى لم تتعرض للتسخين، وكانت النتيجة أن في المعاملة الأولى أدى التسخين مع الإنزيم إلى تفاعل متسلسل كان بمثابة ضغط زناد مادة «دنا»، وحفزها على الاستمرار في إكثار نفسها لدرجة أنها أنتجت كميات هائلة من نسخ مطابقة للأصل . وقد أعطى هذا الاكتشاف الفرصة لاستعادة مادة «دنا» من عينات متناهية في الصغر، كما أحيى فكرة «حديقة الديناصورات» ولا تتخيل أن دنيا العلم قد تم استقرارها فجأة أو جرت أفكارها فجأة وبالصدفة، فأبحاث مولليس كانت قد رفضت من المجلات والدوريات العلمية الهامة ولم يكن عمله يلقي اهتماما من العلماء في إستياس. وبينما دفعت له الشركة مكافأة قدرها عشرة آلاف دولار أمريكي، اشترى بروش الاختراع بثلاثة آلاف دولار أمريكي. وذهب مولليس ليتسلم جائزة نوبل عن اكتشافه في ١٩٩٣، والآن أصبح لديه معهد خاص في كاليفورنيا، وكل مساء يقوم بالتزحلق على الجليد بالقبقاب ذي النصل. كما يتزحلق على الأمواج في الفجر ، في نفس الوقت الذي يواصل فيه نشر البحوث عن (ت م ب) بمعدل ١٠٠ بحث يوميا .

ومكنت تحاليل مادة «دنا» من تتبع علاقات القرابة بين العائلات النباتية والحيوانية، للحصول على أدلة في المحاكمات عن جرائم القتل والكشف عن تاريخ العائلات، وسرعان ما سنستخدم مادة «دنا» في اختبار جودة المواد الغذائية (وحتى لنختبر نقاوة عصير البرتقال المزعومة).

وقد وصل العلماء في الماضي إلى التندرا القطبية، بأمل استعادة عينات من الحيوانات المنوية لحيوان الماموث المتجمد ، والتي توفر الاحتمال بإعادة إحياء هذه المخلوقات الخرافية .

واستغرق الأمر ثلاثة قرون للتحرك خلال هذا النسيج المزدان بالصور من خداع وتنافس أو فضول شخصي وتشجيع شخص مخلص من أول تمييز للخلية إلى تسخير التقنيات الرابطة. ومن الآن سيزيد التقدم إلى النجاح بصورة لا يمكن تخيلها. والآن يبدأ الفيزيائيون في إظهار اهتمامهم بمادة «دنا» فهم يستطيعون لوى الجزيء إلى أشكال غير طبيعية ويسخرون خواصها المتميزة لأغراضهم، كما أنه لديهم وقد انقسم الحزبون المزدوج إلى نصفين ، يمكنهم قياس القوة التي تمسكها معا، ولدى العلماء على اختلاف انتماءاتهم العلمية آمال في استخدام مادة «دنا» كخيطة مجهرى يساعدهم في حل المشاكل التي تنتمى إلى الوراثة، فكل امرئ يحتاج إلى أن يبقى على اتصال بالبحث ، حينئذ يمكن أن نأمل في فهم ما يدور - وعندما نفهمه - نستطيع أن نأمل في السيطرة على المستقبل .

(٣)

كيف بدأت الخلايا

إنها الخلايا الحية التي صنعت من العالم ما هو عليه الآن، فللخلايا الوحيدة تأثير هائل على بيئتنا وعلى المجتمع الإنساني بأسره. وكثير من المناظر الطبيعية ناتج عن نشاط الميكروبات ، فالصخور البيضاء المكونة من الحجر الجيري وما يتفرع منها من سهول مرتفعة في بوفر، بنتها المجتمعات الميكروبية التي عاشت منذ ملايين السنين، حيث احتشدت قشورها المعدنية الدقيقة في قيعان البحار ، ويمرور ملايين السنين تصلبت هذه الطبقات وتحولت إلى طبقات صخرية اندفعت لأعلى بفعل التغيرات الجيولوجية والتعرية لتكون المناظر الطبيعية التي نراها اليوم. وحيثما توجهت في العالم، ستجد أنواعا مختلفة من الكائنات أورثت بقاياها للعالم الحديث . وتوجد في كاليفورنيا رواسب ضخمة من الصخر الأبيض السهل التفتت، المتكون من زجاج دقيق التقسيم. وتتكون المرتفعات الصخرية من هياكل متحجرة للطحالب الدياتومية وحيدة الخلية . وهذه الطحالب الصغيرة الجميلة تقوى خلاياها ببناء هيكل داخلي من السليكا النقية وحين تموت هذه الخلايا بأعداد ضخمة تخلف وراءها هذه الهياكل الزجاجية، حيث يجري استخراج هذه الرواسب الضخمة من مركب (الدياتومايت) المعدني ، الذي يدخل في تركيب معاجين الأسنان (كمادة كاشطة خفيفة)، وفي صناعة الديناميت (حيث تمتص وتثبت مادة النيتروجلسرين) .

وتقوم الميكروبات الحية بتنظيم بيئتنا اليوم ، فحين تسقط الأوراق في الخريف ، في حديقة عامة يقوم عمال الحديقة بكنسها والتخلص منها، في حين أنه لا أحد يكنس هذه الأوراق التي تسقط في حقل مجاور لهذه الحديقة العامة، ولكنها تختفي منه خلال أسبوع أو اثنين من سقوطها ، والإجابة أنها تختفي بفضل نشاط فريق الميكروبات في التربة ، فتكسر الأوراق، وتعيد محتوياتها الأساسية النافعة إلى التربة مرة ثانية، حيث

تستخدم بواسطة الجيل التالى من النباتات وكذلك الحال فى الحيوانات الميتة فى الأحرار ، بخلاف تلك التى تصدمها السيارات السريعة، ففى خلال أيام تحتل الميكروبات جثة الحيوان، وتقوم بنظام متسلسل بتكسير بقاياها إلى مركبات قابلة للذوبان سهلة الهضم بحيث تعود هذه المركبات إلى التربة فى صورتها الأخيرة .



شكل (١٧)

دياتومات البرك ذات القواقع المكونة من الزجاج النقى الدياتومات هى طحالب تنتج هيكلا داخليا من السليكا لتدعيم الخلية، فتفرز زيتا، ويحتمل أن تكون حقول زيت البترول الموجودة اليوم ناتجة عن تجمعات كثيفة من تلك الدياتومات، ولا يزال مركب «الدياتومايت» يستخرج حتى اليوم من الصخور الضخمة المحتوية على السليكا الناتجة من الإفرازات المتجمدة لتلك الطحالب فى «لومبوك» و «كاليفورنيا»، حيث يستخدم فى صناعة كل من الديناميت ومعاجين الأسنان، وقد رسم هذا الرسم الإيضاحى «وليام كارينتر» فى الثمانينيات من القرن التاسع عشر .

ويدون النشاط الذى لا ينقطع لهذه الميكروبات كان العالم سيصبح فى حالة لا تصلح للعيش فيها .

وكذلك ندين لعالم الميكروبات بهوائنا الصالح للتنفس، فمن المدهش أن غاباتنا لا تبذل جهدا كبيرا فى تزويدنا بالأكسجين، وصحيح أنها كنباتات خضراء تنمو فى ضوء الشمس، تخرج الأكسجين، ولكن ليس لكل الوقت، فخلال ساعات الظلام تستهلك هذه

الأشجار أكسجيناً وتخرج ثاني أكسيد الكربون، تماماً كما نفعل في تنفسنا لأنها تقوم بتمثيل غذائها المدخر لتستخدمه كمصدر للطاقة وعندما تصبح الشجرة كاملة النمو، تكون قد أسهمت تماماً في إمداد الهواء بالأكسجين .

ولكن هذه هي نصف القصة ، فعندما تموت هذه الشجرة وتتحلل ، تتكسر بفعل ميكروبات التحلل، وخلال هذه العملية، فإن الشجرة يعاد استخدام مكوناتها بعد أن تصبح متاحة للكائنات الأخرى في البيئة، ويستهلك الأكسجين الذي أخرجته في عمليات تحللها ، فإذا احترقت الشجرة كوقود، فإن الأكسجين المستهلك يحترق بكفاءة مساوية للأكسجين الذي خرج في أثناء تكوين الخشب . ويتكون الرماد المتبقى من المركبات الكيماوية التي امتصتها الشجرة أثناء نموها، ولكن معظم كتلة هذه الشجرة كانت من ثاني أكسيد الكربون والماء .

ويعرف البناء الضوئي بأنه العملية التي يقتنص فيها النبات الطاقة من ضوء الشمس. وتتحكم في هذه العملية الجينات في خلايا النباتات ، وكذلك (بالرغم من أننا نفهم هذه العملية بقدر كاف)، فالعلم لا يمكنه محاكاتها ، فالبناء الضوئي يزيل الأكسجين من جزيء ثاني أكسيد الكربون ويطلقه مرة ثانية في الهواء. وترتبط ذرات الكربون الباقية ارتباطاً كيميائياً بالماء، منتجة الهيدروكربونات والمركبات الأخرى بينما تنمو الشجرة، ويقوى هذا التفاعل بفعل ضوء الشمس في كل ثانية يسطع فيها ضوء الشمس على الأوراق .

وأما في عملية احتراق الخشب، فتنعكس العملية، حيث ينطلق الكربون متحرراً من عناصر الماء ويتحد مع أكسجين الهواء الجوي (وهذا هو السبب في أن الحريق ينتشر في وجود أكسجين كاف) ، ويعيد هذا تشكيل ثاني أكسيد الكربون إذ تخرج عناصر الماء على هيئة بخار، كما تخرج الطاقة التي اقتنصت من ضوء الشمس أثناء نمو النبات على صورة حرارة ، وعند نهاية الدورة، نجد أن الشجرة قد أعيدت إلى مكوناتها الأصلية من ثاني أكسيد الكربون والماء والطاقة الحرارية التي كانت قد امتصت من الشمس ، من خلال الحرق ، أما الأكسجين الذي سبق إطلاقه فيعاد امتصاصه .

ويثور هنا السؤال عن مصدر الأكسجين ؟ والإجابة أن مصدره هو الميكروبات ، فالطبقات السطحية من المحيطات تكون أشبه بحساء من الطحالب الخضراء الدقيقة ،

تنمو وتتكاثر في ضوء الشمس، مطلقة الأكسجين في الجو وماء البحر المحيط بها. وتنجرف كتل من الخلايا المسنة إلى أسفل ، مكونة طبقة عميقة على قاع المحيط، وهذه هي التي تقتنص الكربون المتبقى، فالأكسجين المنطلق (في خلال انقسام ثاني أكسيد الكربون إلى أكسجين وكربون) يظل في الهواء وسوف يظل هناك ما لم يتسرب البحر العميق من المحيطات إلى السطح وتتحلل .

وبالرغم من أن ظاهرة الحياة الإنسانية تشكل واحدة من منافع الأكسجين الجوى، إلا أن الغاز في حد ذاته خطير ، فهو مادة ضارة، تقوم بأكسدة أى شىء يمكنها أكسدته، فالطاقة المخزنة في الأشياء المحيطة بنا كبيرة ، ويمكن لشعلة صغيرة أن تشعل سلاسل من الأكسدة الواسعة الانتشار طالما أن أكسجين الهواء يسبب دمارها . وتشكل الحرائق بأنواعها سواء تلك التي في الغابات، أو الحرائق الكبرى التي حدثت في شيكاغو ولندن وسان فرانسيسكو والتي محت عائلات بأكملها ودمرت مناظر طبيعية. الخطر الذي يشكل تهديدا كبيرا لحياة البشر، فالأكسجين هو السبب في هذه الكوارث. تستخدم في الاختبار القياسى لوجود هذا الغاز شظية متوهجة، ولإجراء هذا الاختبار : خذ شظية رفيعة من الخشب، وأشعل النار في طرفها حتى تحترق مثل عود ثقاب طويل، وحينئذ انفخ في ذلك اللهب فيتوهج الطرف العلوى منها، وإذا أدخلت هذا الطرف في مخبار مملوء بالأكسجين ، ينفجر فوراً مكوناً لهبا أبيض باهرا . وهذا هو السبب في أن أول تعليمات في الطائرة هي إطفاء كل مواد التدخين قبل استخدام قناع الأكسجين، وبإغفالك تلك التعليمات الأساسية فانت تخاطر بتعريض نفسك لأن تصبح مغلفا باللهب، فالطاقة تتحرر بالأكسجين، نتيجة لمهاجمة الكربوهيدرات في مجرى دمائنا، لتزود أجسامنا بالدفع، ولذلك ، فإن تعبير «الماء بالطاقة» يعبر عن التفاعل الكيماوى الذى يعطى لأجسامنا دفناً إلى درجة ٣٧ مئوية، وقد تكون هذه الدرجة أعلى بدون سيطرة (كما في حالات الحمى)، ولكن لدينا نظام آلي معقد من التبريد يمنع من ارتفاع حرارتنا إلى درجات كبيرة. وأحيانا يعمل مخدر عام على حفز تفاعلات تؤدي إلى فقد السيطرة على تنظيم درجة حرارة الجسم وإلى الارتفاع الضار لحرارة الجسم، وفي هذه الحالة لا يستطيع الطبيب أن يفعل الكثير، وتؤدي عدم سيطرة جسم المريض على استخدام الأكسجين إلى ارتفاع مميت لحرارة الجسم، فيموت المريض نتيجة ارتفاع الحرارة. وتكون الطاقة المخزنة في الجسم من الكبر بحيث أنه، في بعض حالات نادرة، ولكنها موثقة جيدا، يحدث أن شخصا ذاهبا إلى شائه أو شائها اليومى

ينفجر وتشتعل النار اشتعالا ذاتيا في ذلك الشخص. وقد رويت هذه الظاهرة في الروايات ، والأدب الشعبي وأيضا في الأدب العلمي ، وهي شهادة على قوة الأكسجين حين يخرج تأثيره عن السيطرة، فلدينا مثال عن قصة السيدة إسيكس ، وهي سيدة متوسطة العمر من القرن السابع عشر ، وجدت محترقة في فراشها بدون أى علامات على حدوث حريق في أى مكان من المنزل ، وحتى السرير الذى كانت تنام عليه بقي غير تالف نسبيا .

وكتب معلق معاصر في ذلك الوقت «لا أعرف سببا لهذا الموت»، وظل سبب هذه الظاهرة لغزا إلى اليوم . وفيما بعد ذلك بينما كان مقاول مبان في يوركشاير يقود سيارته تجاه أحد مبانيه ، لوح بيده للعمال من خلال نافذة سيارته، وفجأة تحول إلى كرة من النار، بينما كان باقى السيارة سليما نسبيا. وفي لندن، نشرت جريدة «الدلي تلجراف» حادثة سائق الشاحنة الذى وجد متحولا إلى رماد فى كابينة شاحنته، ووجد المحقق أن الحروق البالغة فى الجزء الداخلى للكابينة كانت سطحية، وكان السائق نفسه محترقا إلى درجة أكثر قليلا من التحول إلى رماد، بيد أن وعاء الوقود كان سليما، وكذلك باقى السيارة، كما نشر فى صحيفة مسائية مية الآن، تطبع فى لندن وتسمى «رينولدز نيوز» مقالا لمحرر وصف الحادثة التى حدثت فى غرب لندن لرجل انفجر فى الشارع واشتعلت فيه النار فجأة بأنه «ظهر كأنما ينفجر» كما ذكر فى الوصف، اشتعلت ثيابه بضراوة ، وكذلك احترق شعره، وانصهر حذاؤه المطاطى فى قدميه. وفى أواخر خمسينات القرن العشرين ، اشتعلت النار فجأة فى شابة بمرقص، وفى التحقيق شرح زميلها فى الرقص (أيد الشهود الآخرون هذه القصة) ما حدث قائلا: «لم أر أحدا من الناس يدخل على حلبة الرقص ، ولم تكن هناك شموع على الموائد ولم أر ثوبها يلتقط النار من أى شئ». وأنا أعلم أن هذه القصة غير معقولة، لكنها أظهرت لى أن النيران قد انفجرت مشتعلة فى اتجاه الخارج، كما لو كانت قد نشأت داخل جسمها، وسجل المحقق سبب الوفاة فى الشهادة بأنه حادثة ، مضيفا إلحاقاً فريدا ذكر فيه «أن الوفاة تسببت عن نار من مصدر غير معلوم» .

قد تكون الطاقة المختزنة داخل فرد واحد كافية جدا لتسبب حريقا هائلا ، ولكن هناك مشاكل واضحة فى فهم كيفية حدوث الاحتراق الذاتى ، وهذا بالضبط ما نحتاج لشرحه ، فكيف يبدأ الاحتراق الذاتى؟ مع أن وجود البيئة المائية فى الجسم الحى تمنع تلك الظاهرة، وقد وضعت افتراضات للإجابة على أول هذه النقاط فى الماضى ، وسأقدم

المشكلة الثانية. فهناك إجماع فيما يبدو على أن الكهرباء الاستاتيكية هي المسئولة عن إحداث الشرارة الأولى التى تشعل النار. وقد أجرى روين بيتش، مستشار بروكلين، مجموعة من تجارب ليرى إلى أى حد يحتاج الشخص عادة إلى شحنة كهربائية، وذلك عن طريق وقوف شخص على سطح معدنى معزول، ويمكن عن طريق هذا السطح قياس أى شحنة بواسطة جهاز قياس الجهد الكهربى (الفولتيميتر)، فكانت أعلى قراءة هي ٣٠٠٠٠٠ فولت تم الحصول عليها من موظفة شابة، ولذلك أوصى بيتش بأن يتم نقلها إلى قسم من الشركة بعيدا عن المواد القابلة للاشتعال. وكذلك فقد اكتشف نفس المستشار أن القراءات التى تزيد عن ١٠٠٠٠ فولت وجدت فى الناس الذين يتميزون بجفاف البشرة، والذين (تحت ظروف الرطوبة المنخفضة) يمشون على السجاد. وقد سبقت منذ زمن طويل معرفة أن الكهرباء الاستاتيكية تنتج من هذا النوع من الحالات. وفى الحقيقة، فهناك طريقة قديمة لبيان الشحنات الإستهاتيكية، بدعك قضيب من المطاط بمنديل حريرى، وكثير منا شاهد شرارات تطير بينما يخلع أحد ثيابه فى غرفة مظلمة (وبالذات عندما يكون الهواء جافا والثوب مصنوعا من ألياف صناعية) ، ويمكنك حتى سماع صوت الشرارات الإستهاتيكية تطير عند تمشيط شعر طويل. وكان تقدير بيتش هو أنه قد يوجد من بين ١٠٠٠٠٠ شخص، شخص لديه بشرة جافة جفافا غير عادى تنطلق منه الشحنة الكهربائية مباشرة لا تعوقها طبقة الرطوبة الرقيقة على بشرة هذا الشخص . ويظن أن الناس الذين اشتعلت فيهم النار قد سببوا خسائر سنوية للصناعة الأمريكية تقدر بعشرات الملايين من الدولارات .

ولكنه لم يستطع الإجابة على السؤال الأساسى وهو: «كيف يمكن لشرارة متناهية الصغر أن تترجم إلى حريق هائل مميت؟ وأظن أن الإجابة تكمن فى خلل فى نظام التمثيل الغذائى للإنسان يظهر على بعض الناس، وبالذات حين يمرضون . وأنا أشير هنا إلى تكوين الأسيتون ، فهناك الكثير من الأمراض ما يسبب تغيرا طفيفا فى كيمياء الجسم، بحيث يبدأ الجسم فى إنتاج الأسيتون، كأحد نواتج التمثيل الغذائى، وربما تكون قد شممت رائحة الأسيتون من زفير طفل مريض (أحيانا يحدث ذلك مع التسنين)، وتكون أحد العواقب الهامة لذلك هى اتهام الطفل - على غير أساس من الصحة - باللعب فى مواد لاصقة، وتقدم الإرشادات الموجهة للآباء القلقين لاكتشافهم رائحة مذيبي فى زفير الطفل كدلالة على سوء استخدام ذلك المذيب ، الذى نادرا ما يحدث ، فمعظم الأطفال يزفرون الأسيتون كنتيجة لمرض خفيف، وليس بسبب أنهم تناولوه. وهناك خاصيتان للأسيتون نواتا أهمية كبرى لى فى هذا الصدد :

أولا : الأسيتون ذو قابلية كبيرة للاشتعال :

وفى الحقيقة أن خليطا من الأسيتون والهواء يكون قابلا للانفجار العنيف .

ثانيا : أن الأسيتون مذيب ممتاز للدهون :

فحين ينتج فى الجسم يمكنه أن يقوم بتشبييع الطبقات الدهنية .

وبناء على ذلك، يمكن لشخص ذى طبقة (قابلة للاشتعال) ، من الدهون الغنية بالطاقة (المشبعة بمذيب شديد القابلية للاشتعال) أن يحترق ذاتيا،، وحينما تحتفظ فى ذهنك أن إمداد الدم يثرى الجسم بالأكسجين، نو الاستعداد الحيوى للمساعدة على بدء الاشتعال، أعتقد أننا يمكن أن نصل إلى حالة يكون فيها الجسم قد أعد إعدادا أوليا للاحتراق الذاتى. ويبدو لى أن هذا الأمر يوفر تفسيراً ممكناً لأحد أغرب المآسى التى تثير التخييل. وفى نفس الوقت ، يذكرنا بقوة الجسم كمخزن للطاقة، وكذلك جعلنا نتحقق أن الأكسجين ضرر كامن ما لم يتحكم فى تفاعلاته الكيماوية تحكما كافيا. وفى ذات الوقت، وبالنظر إلى ما يحدث عندما يتسرب محلول الأكسجين المسال إلى سيارتك، فنحن نصنع الصلب بصهر أكسيد الحديد، وباستخدام الطاقة الحرارية، وسحب الأكسجين باتحاده مع الكربون ، فينتج أننا ننتهى بالحديد، وينطلق ثاني أكسيد الكربون كناتج ثانوي فى الهواء فى صورة سحابة كثيفة من الدخان ، ويتم حينئذ تشكيل الحديد (الذى يحتوى على قليل من الكربون الذائب ، ويتغير اسمه تبعاً لذلك إلى الصلب) ، فى صناعة السيارات. ومنذ هذه اللحظة، يبدأ انقلاب هذا التفاعل إلى العكس ونعود ثانية إلى أكسيد الحديد، فكما يدخل الماء والأكسجين فى جسم سيارتك، يعاود أكسيد الحديد الظهور ثانية، ونسميه «صدأ» ويتركه مدة طويلة بدون لمسه، فإن السيارة سوف تتحول إلى كتلة بنية من أكسيد الحديد، ونحن نستخدم تعبير «الصلب» كاستعارة تدل على القوة، بيد أن الماء والأكسجين يستطيعان إفساد السيارة وتحويلها إلى تراب ، فلا يعتقدن أحد أن الأكسجين غير ضار، فهو عنصر كيماوى شديد القابلية للتفاعل ، وتسير طاقة تفاعله بسرعة أسرع من الصوت وأسرع من الذين يخططون لهذه التفاعلات .

حين تكونت الكرة الأرضية، فلا بد أن الأكسجين كان نادرا، ولا بد من أن هذا العنصر الشديد القابلية للتفاعل كان متحدا مع عناصر أخرى، تلك المركبات المعروفة باسم الأكاسيد ، أحدها ذلك الأكثر أهمية وهو أكسيد الهيدروجين - أى الماء (يد ٢ أ) ،

فالهيدروجين يحرق بضراوة، وهو أيضا الذرة الأبسط بين جميع الذرات، ذات بروتون واحد وقلبها موزون بإلكترون واحد يدور حول البروتون .

في المراحل المبكرة من تكوين الأرض، كانت هناك مركبات عديدة من الهيدروجين والماء في جزيء عجيب ، والماء هو فقط المادة المعروفة التي توجد في الحالات الثلاثة - الصلبة والسائلة والغازية - على سطح الأرض ، وهي أيضا من ضمن المواد القليلة التي تتمدد بالتجمد، وهذا هام بالنسبة للحياة : فإذا تجمد الماء من القاع لأعلي ، يصعد أى كائن إلى سطح الماء ويموت ، وهذا بسبب أن الماء لا يطيع القوانين العلمية العادية التي تمكن من الحياة .

وبغض النظر عن يد ٢ أ (الماء)، هناك أيضا يد ٤ ك (غاز الميثان، ويكتب تقليديا بطريقة معكوسة هي (ك يد ٤)، يد ٢ ن (غاز الأمونيا وتكتب كذلك ن يد ٣)، يد ٢ ك (كبريتيد الهيدروجين) ، وهو غاز سام لنا، لتركيزه في حدود ، ينبغي عدم تجاوزها في أماكن عملنا، ولكن كثيرا من الميكروبات يمكنها أن تستخدم ذلك الغاز كمصدر للطاقة والبعض ينتجه أيضا، وهذا هو السبب في أن نوبة من الاضطراب المعوي تتسبب في إنتاج هذا الغاز، الغنى بالطاقة (ولذا فهو سريع الاشتعال)، ولذا فالأفضل أن لا تقف وظهرك إلى النار إذا كان محتملا أن تطلق سحبا غير مرئية من كبريتيد الهيدروجين بعد وجبة سيئة . وهذا هو الغاز الذي تنتجه الميكروبات التي تفسد البيض بالطبع ، وهو قابل للانفجار بطبيعته ، وحاول أن تشرح ذلك لطبيب صغير في عيادة طوارئ .

يكون الهيدروجين عددا من الأحماض، فيتحده مع الكلور لتكوين حامض الهيدروكلوريك (يد كل) ، وبإضافة الأكسجين إلى كبريتيد الهيدروجين لتكوين (يد ٢ ك ب ٤) حامض الكبريتيك، ومع النيتروجين والأكسجين لتكوين (يد ن ٣ ا ٢) حامض النيتريك، وتكون ذرة واحدة من كل من الهيدروجين والكربون والنيتروجين حامضا نعتبره سما قاتلا، (يد ك ن) المعروف باسم سيانيد الهيدروجين . ولكن إذا صففت خمسا من هذه المركبات معا ووصلتهم ببعضهم كيماويا، فإنك تكون (يده كه نه)، وهذا هو المركب المعروف باسم الأدينين، وهو مكون أساسى لجزيء مادة ثلاثى فوسفات الأدينوزين (ث ف ا) ، وهو مركز إطلاق الطاقة في الخلية الحية ، وهو أيضا مكون رئيسى في مركب «دنا» نفسه .

وإذا نظرنا إلى الكواكب التي تدور معنا حول الشمس لوجدنا كميات هائلة من هذه المركبات، وبالنظر إلى كيمياء الحياة علي الأرض ، فسنجد مشتقات هذه المركبات في كل مكان في الخلية الحية. فهذه الخلية الحية مكونة من محلول مائي للبروتينات هو السيتوبلازم الذي تسبح فيه مكونات الخلية، والبروتينات هي مادة الحياة. فهل ترغب في الحصول على تجربة للمرة الأولى تتعرف فيها على ماهية مكونات الخلية الحية؟ يمكنني حينئذ أن أرشدك إلى أكبر الخلايا حجما والتي تتقابل معها في حياتك اليومية، وهي بيضة الدجاجة، فالبيضة غير المخصبة للدجاجة هي عبارة عن خلية وحيدة وبيبرز بعيدا عن حافة الصفار، النواة المجهرية للخلية التي تحتوي على الجينات، ولكن بياض البيضة هو سيتوبلازم صرف، وكل خلية في جسمك مملوءة بشيء كثير الشبه بهذا النظام الخلوي، فهو نصف شفاف ورطب، لزج وناعم ويتكون من حشوة من البروتينات المذابة في الماء. وكثير من الخلايا (وبالذات الخلايا الوحيدة التي عليها أن تعيش مستقلة) تحتوي على أجسام تخزينية، ويمثل صفار البيضة نموذجا طبق الأصل لاحتياطي الغذاء المخزن داخل الخلية الحية. ويتكون النظام المعقد للبروتينات من أحماض أمينية ، التي هي عبارة عن جزيئات من الكربون والنيتروجين والماء. وتتضمن طبيعتنا صدى للتركيب الكيماوي للأرض في صورتها البدائية ، حين بدأت الحياة في أبكر مراحلها، فالحركة من الأرض الساخنة إلى تدفقات الحمم الفائرة والبراكين المتفجرة إلى كوكب أكثر سلاما يسكنه أناس يعيشون الآن فاصلا موسيقيا - هو خلق الحياة نفسها .

وحتى كيميائونا الحيوية تذكرنا بأن الصور الأكثر تعقيدا في الحياة تحتوي على نفس المكونات الكيماوية التي كانت تحتويها الأرض في عصور مبكرة وما كنا نحتاج لمعرفة هو الآليات التي تربط بين تلك الكيماويات لكي يمكنها أن تبدأ في إعادة تكاثرها. وكان هناك العديد من التجارب العملية التي يمكن أن تلقى بعض الضوء على المشكلة، وكان أكثرها شهرة تلك التي أجريت في عام ١٩٥٣ في معامل هارولد يوري التابعة لجامعة شيكاغو ، بمدخل بسيط جدا، فإنه كان من المعروف لفترة طويلة أن النباتات تشتق كثيرا من كميات المركبات النيتروجينية اللازمة لها من الهواء وتمد ومضات البرق هذه التفاعلات بكثير من الطاقة، بحيث يكون النيتروجين الخامل في الهواء الجوي نيترات تنزل مع ماء المطر، والذي يمكن للبرق إنتاجه أيضا ؛ قام ستانلي ميللر أحد الدارسين على يد يوري، بإدخال كل من الجزيئات البسيطة التي تحدثنا

عنها: الماء والأمونيا والهيدروجين والميثان فى بورق زجاجى ذى سداة تمر فيها دائرة كهربية لتكون مصدرا للطاقة، وعندما مرر الكهرباء إلى داخل الدورق، حصل على مركب من المركبات الأولى للأرض مشحون بطاقة اكتسبها من الشحنة الكهربائية، فى المعمل وتحاكى بذلك التفاعل فى الطبيعة نتيجة شحنة البرق - وبعد أسبوع من تركها بدأ وزملاؤه تحليل النتائج. فوجدوا فى الخليط الناتج طائفة من المركبات الكيماوية المعقدة، وكان الحمضان الأمينيان، الألانين والجلايسين من أكثر المركبات التى اكتشفوها إرضاء لهم لأهميتهما البالغة للكائنات الحية اليوم. ومنذ ذلك الوقت، حاولت الفرق البحثية الأخرى إنتاج طائفة كبيرة من نفس الحامضين الأمينيين التى تكون البروتينات فى أجسامنا، ومن بين المركبات البالغة الأهمية التى تم تخليقها بهذه الطريقة مركب ثلاثى فوسفات الأدينوزين (ث ف ١) الذى يعمل كما رأينا، مخزنا رئيسيا للطاقة فى كل الخلايا ويغذى نشاط الحياة. وفى وقت لاحق قام ليزلى أورجل فى معهد سولك بكاليفورنيا بإنتاج مركب يشبه جزيئا طويلا يحتوى على ٥٠ وحدة حامض نووى (نيوكليوتيدات) تشابه إلى حد ما تركيب الحامض النووى «دنا».

وتبقى مشكلة ينبغى التوصل إلى تفسير لها، وهى كيف أمكن لهذه المركبات البقاء بون تلف فى بيئة الأرض البدائية، فهناك قوى عديدة تكسر مثل هذه الجزيئات مثلما تقوم ببنائها. وللوصول إلى تفسير؛ بدأت فى عام ١٩٧٢ فى كارديف أحاول العمل على إمكانية جديدة، وهى أن الحياة قد نشأت بالفعل على الأرض، ولكن نفس الجزيئات التى كونتها فعلا كانت تتطور فى الفضاء المحيط بالأرض. ونحن نعلم الآن أنه يمكنك أن تجد أدلة على وجود الكثير من المركبات العضوية فى الفضاء، ولذلك، هناك أسباب للاعتقاد بأن كيمياء الفضاء ربما تكون قد أمدت الأرض بالمادة الخام لهذه المركبات، فلدينا مخزون هائل من الطاقة الإشعاعية من عدد لا حصر له من النجوم عبر الكون، فهذه المركبات المعقدة التى تم تكوينها فى الفضاء لم تكن قابلة للهدم كتلك التى تكونت على سطح الأرض، فمصير عديد من المركبات المعقدة فى البيئة المائية للأرض أنها تتحلل تحللا مائيا، ولكن فى الفضاء سوف يقل هذا التحلل المائى كثيرا، وبحلول عام ١٩٧٣، نشرت الصحف التقدم المتواضع الذى أحرزته، وظلت هذه الفكرة منتشرة فى كارديف منذ ذلك الوقت. ولا أزال أعتقد أن بعضا من المركبات التى تكونت فى مرحلة مبكرة جدا من مراحل تكوين الأرض، ربما تكون تكونت فى الفضاء قبل نشوء الحياة فى الأرض، فإذا كان الأمر كذلك، فإن بعضا من الجزيئات التى تتكون منها المادة الحية قد تكون أتت إلى الأرض فى صورة «سابقة التجهيز»، ومستعدة للعمل فورا.

ويرى باحثون آخرون أن الحياة انتقلت ببساطة إلى الأرض من الفضاء الخارجي عبر الكون في مذنبات أو في جزيئات تراب، وقد عرفنا منذ حقب عديدة توجد آثار عرضية من الجزيئات العضوية في بعض النيازك، مما هيا فرصة لظهور ما يسمى «بالنظرية الشاملة» التي تفترض أن الحياة قد انتشرت خلال الكون، حيث شغلت الفلاسفة في كثير من البلاد ، حسنا ولكن لا تشغلنى . ففكرة الشمول لا تجيب على السؤال، وبالرغم من أنها تفترض أن الحياة يمكن أن تكون قد نشأت في مكان بعيد كل البعد عن الأرض ، فإنها لا تبدو كذلك حتى في الإجابة عن السؤال عن كيفية البدء الفعلى للحياة .

وحتى المحاليل الكيماوية يمكنها أحيانا تكوين أجسام كروية تشبه الخلايا البدائية، وبعضها أظهر أنه ينقسم إلى نصفين بينما يزداد حجمه، وليست هذه هي الحياة، بالطبع ولكنها تظهر الأسلوب الذى تتبعه الخلايا فى سلوكها منعكسا على صفحة المركبات المعقدة غير الحية. ويمكننا أن نرى أن فكرتنا عن أصل الحياة هي فكرة خام ومحدودة بحدود إدراكنا .

لا يمكن تخيل العنف الذى صاحب المراحل المبكرة من تكوين كرتنا الأرضية، فمذ أربعة بلايين سنة مضت، لم تكن توجد حتى قشرة على السطح المنصهر للكوكب، وحتى اليوم ، تتحرك القشرة الأرضية بشكل تصادم رقائى مع بعضها بقوة نستطيع إدراكها ، فالقارات تتحرك بنفس السرعة التى تنمو بها أظافرنا تقريبا. ويمكن الحصول على بعض الأدلة عن طريق دراسة الشقوق التى فى قاع المحيط والتى من خلالها ينبثق الماء المغلى بتأثير التسخين البركانى، فهناك صور بدائية غريبة من الحياة تتجمع حول هذه الشقوق ، تأخذنا إلى زمن ماض، حيث فترة تسبق نشوء كوكبنا ، إلى صور الحياة الأولى ، التى مهما تكن، فقد ظهرت بسرعة مذهشة بعد أن بردت حرارة الأرض وظهرت قشرتها.

ونحن نعتقد أن القشرة بدأت تتكون منذ فترة ليست قبل أربعة بلايين سنة، وتفترض الاكتشافات الحديثة أن الميكروبات المتحجرة الموجودة فى الصخور كانت قد تكونت منذ ثلاثة بلايين ونصف بليون سنة، وإذا كانت هذه هي الحالة ، فإن الكوكب قد خرج من حالة الفوران والانصهار إلى تقديم بيئة تصلح للحياة فى أقل من ٥٠٠ مليون سنة . وهناك افتراضات أن هذه الفترة يمكن أن تكون أقصر إلى ١٠٠ مليون سنة ، ويوفر ذلك سببا لتخيل التشابه فى الحياة الناشئ فى أى مكان آخر فى الكون .

كان على أسبق الكائنات ظهورا على سطح الأرض أن تتعامل مع مركبات تتضمن حامض الهيدروكلوريك وكبريتيد الهيدروجين، ولا تختلف عنها كثيرا صور الحياة التى نتعامل معها اليوم، فهناك مثلا من حامض الهيدروكلوريك فى معدتك ما

يكفى لإحداث ثقب فى البساط، وبالرغم من أننا نجد كبريتيد الهيدروجين (يد ٢ كـب) غازا ساما وكريها، فلو استبدلنا ذرة الكبريت بذرة أكسجين فإننا ننتهى بالماء (يد ٢ أ) الذى هو أساسى لكل صور الحياة . ويبدو من الغريب أن أكثر الكائنات تبكيرا فى الظهور على الأرض لم تكن كافية لتؤدى إلى صور الحياة التى نراها اليوم، فقد اكتسبت طاقة الحياة من تكسير الجزيئات الكيماوية عن طريق تكسير الجزيئات الكيماوية واقتناص الطاقة التى تم إطلاقها. وهناك حد لذلك، فبمجرد أن تنفذ الطاقة لا يبقى شئ يساعد على استمرار الحياة، فالذى كان متطلبا هو الوسائل - ليس مجرد إطلاق الطاقة، ولكن اقتناص طاقة جديد، وهذا هو دور البناء الضوئى، أو تسخير طاقة الشمس لصالح الإنسان. وفى العالم المعاصر، نفكر فى النباتات الخضراء ، بصفتها تلعب الدور الرئيسى فى هذا الصدد، ولكن أقدم كائنات قامت بالبناء الضوئى لم تستخدم الكلوروفيل المعهود. لكن كانت صبغات البناء الضوئى الخاصة بهذه الكائنات أرجوانية حمراء. ونجد أنفسنا على أرض ألفة مع هذه الكائنات، لأنها لا زالت موجودة إلى اليوم، وفى الحقيقة، توجد بعض البكتريا التى تعيش على البناء الضوئى فى الصخور عمرها أكثر من بليونى سنة ، ولا تزال فى العالم الحديث نستخدم الطاقة المستمدة من تلك الميكروبات التى ماتت منذ عهد بعيد. بالضبط كما تحتوى بيضة الدجاجة على مخزون من الصفار لاستخدامه فى إطلاق الطاقة وتوفير الغذاء ، فإن الخلايا الوحيدة التى تقوم بالبناء الضوئى تبيض مخازن من الطاقة كذلك، وبعض هذه الخلايا يكون الهيدروكربونات عن طريق اتحاد الماء مع ثانى أكسيد الكربون، بينما يمضى البعض الآخر لأبعد من ذلك ويخزن قطرات من الزيت داخل الخلية. وكما فى حالة التيارات الكبيرة من الخلايا الميكروبية الميتة الراقدة على الحجر الجيرى والطباشير والدياتومايت ، فإن النموات الضخمة من هذه الكائنات قد أنتجت تراكمت ضخمة من الزيوت التى نستخرجها الآن من آبار البترول لكى نوفر الوقود لدنيانا المعاصرة، فإذا نظرت إلى دياتوم وحيد الخلية تحت المجهر، فيمكنك أن ترى هيكله الزجاجى الداخلى، وقطرات الزيت العاكسة للضوء التى ترقد فى انتظار من ينتفع بها فى الأيام الحالكة المقبلة. حاول تكبير ذلك مليون مرة وسوف تعرف كيف تكونت حقول البترول التى يعتمد عليها المجتمع الإنسانى فى هذا الزمن، فالطاقة الشمسية التى اقتنصتها تلك الخلايا تتحرر من خلال الفرن، والدفع ، اللذين يشعهما مبنى مركزى التدفئة هى نفس الطاقة التى اقتنصتها الميكروبات من الشمس منذ بليون سنة ووضعتها فى ذلك المخزن ليكون وقودا نستخدمه فى مستقبلنا .

وتكمن الشفرة المحددة لصنف الخلايا فى جيناتها، وذلك فى العدد الشديد الضخامة من المخلوقات الحية، فلا يمكن لأكثر إبداعات الخيال العلمى طيشاً أن تبدأ فى تمثيل التنوع المذهل للخلية فى العالم الحقيقى، فبعضها يبلغ من الدقة الدرجة التى نحتاج فيها إلى مجهر إلكترونى للتعرف على تفاصيلها، بينما يكون البعض الآخر كبيراً إلى درجة إمكان إمساكه باليد بكل سهولة . وبالطبع فإن أكثر الخلايا الحيوانية التى ينطبق عليها الوصف الأخير هى بيضة الطائر التى (فى حالة النعامة) تزيد عن كيلوجرامين (أربعة إلى خمسة أرطال) ويصل البعد بين طرفيها إلى أكثر من عشرين سنتيمتراً (ثمان بوصات) ولكن أكبر الخلايا النباتية حجماً هى التى تنتمى إلى الطحالب البحرية المعروفة باسم «الكوبرليات» ، الوحيدة الخلية التى يصل طولها إلى متر (ثلاثة أقدام تقريباً) ويتعقد تركيب الكائنات الأكثر تطوراً بدرجة مذهلة ، فبعضها يحتوى على نقاط للرؤية تركز الضوء بوضوح على نقطة شبكية. وهناك أنواع عديدة ذات جنوع منقبضة تسمح لها بالطفو فى الماء المحيط بها، ولكن تعيدها إلى الأمان عندما تهاجم من الغير . ولدى الميكروبات وحيدة الخلية طائفة قوية من النظم للحركة، أبسطها فى الأميبا ، التى تنساب إلى الأمام مبرزة امتداداً جديداً من الجهة الأمامية للخلية فى نفس الوقت الذى تنسحب فيه مادة الخلية من مؤخرتها فى أثناء تقدمها. وعلى أى حال ، فلدى الأميبا نظم بالغة التعقيد فى خليتها تمكنها من أداء هذه الحيلة. وبالنسبة إلى نقطة من الهلام المائى عديمة الشكل فمن الصعب فعلاً فهم الكيفية التى تتحرك وتتغذى بها، وتملك الميكروبات الأخرى أسواطاً طويلة ورشيقة، تحركها خلال الماء ، وعديد منها مغطى بأهداف لتمكنها من شق طريقها بسرعة أكبر (حجم بحجم) من تلك التى يسبح بها سباح أولمبى. وقليل من الكائنات الشاذة لها سوط وحيد يبرز طرفه المتحرك فقط من الناحية الأمامية للخلية، وبذلك يسحب الخلية للأمام ، مثلما يفعل فأر صغير يمسك بلجام دب فى سيرهما معاً .

لدينا فكرة طيبة عن الطريقة التى نشأت بها هذه الخلايا المعقدة من البكتريا الأبسط تركيباً ، من أسلاف هذه الخلية . ويبدو أن الخلايا بدأت تعيش داخل بعضها ، فالأسواط على سبيل المثال، التى تسبح بها بعض هذه الخلايا الوحيدة كانت موجودة منذ زمن طويل جداً فى الحقيقة داخل الخلايا التى تسبح بحرية ويوماً ما كانت الميتوكوندريا كامنة داخل خلية اليوم (التي تقوم بالعمليات الكيماوية المسئولة عن بقاء الخلية حية) فى الماضى خلية بكتيرية مستقلة، قد عاشت داخل خلايا أخرى من خلال عمليات المواعمة . وسبب هذا الاعتقاد هو وجود الحمض النووى (دنا) داخل الميتوكوندريا والذى يدل دلالة واضحة على أن هذه الميتوكوندريات ربما كانت محتواة داخل الكائنات الدقيقة

في مرحلة ما. وبالمثل ، كانت الأجسام الخضراء التي تقتنص الطاقة في خلايا النبات تعيش حياتها قبل أن تندمج ضمن خلية أكبر وأعقد تركيباً. وهذه فكرة مذهلة يبلغ عمرها أكثر من قرن ، وصاحبها هو العالم السويسري أندرياس شيمبر مؤلف لكتاب ضخيم عن الكساء النباتي الطبيعي في العالم، حيث افترض أن الأجسام الصغيرة الخضراء المحتوية على كلوروفيل في النباتات كانت فيما مضى طحالب مستقلة، وبحلول عام ١٩١٠ قام كونسانتين ميريشكوفسكى في موسكو بتوسيع نطاق هذه النظرية لتشمل البكتريا التي تدمج نفسها في خلايا لإنتاج أعضاء تشبه الأسواط، التي تستطيع بواسطتها بعض الخلايا أن تسبح ، وتكون عائلاً لتراكيب خلوية أخرى إلى جانب ذلك .

منذ ذلك الوقت ، أجريت العديد من التجارب التي ساندت هذه الفكرة الثورية، ويظهر تحليل الحمض النووي (دنا) في بعض هذه الأجسام الصغيرة تشابهاً قوياً للحمض النووي في البكتريا البدائية. ومن الممتع أكثر ملاحظات كوانج جيول من جامعة تينيسى ، فقد سجل أن مزرعة الأميبا في معمله قد أصيبت بالبكتريا التي هددت بمحو الأميبا ، ولكن خلال أسابيع بدأ قليل من خلايا الأميبا الناجية من الإصابة يعاود النمو مرة ثانية ، مع وجود البكتريا في داخلها حية بدون أن تسبب ضرراً . فالأميبا قد تغيرت لتستوعب بقاء البكتريا داخلها ، التي بدورها طورت طرقها لكي تعيش داخل الأميبا بدون إحداث مشاكل، وهكذا تم إنتاج كائن جديد تماماً ، وبمحض الصدفة ، وإذا كان اكتساب مكونات جديدة بهذه السهولة في الطبيعة، فغالبا ما يكون إنتاج الأنواع الجديدة قد تم بدمج اثنين (كانتا قبل ذلك خليتين من سلالتين مستقلتين) .

تملك مثل هذه الخلايا المعقدة التركيب نواة متميزة ، ويعطيها تركيبها الأكثر تخصصاً ميزات هائلة على البكتريا الأرجوانية الأبسط تركيباً والطحالب الزرقاء - المخضرة التي مضت من قبل ، فقد ظهرت في بادئ الأمر منذ بليونى سنة ، في الوقت الذي كان الهواء الجوى غنياً في الأكسجين الناتج عن البناء الضوئى للبكتريا والطحالب الزرقاء - المخضرة ، التي أفرزت الأكسجين بينما كانت تستخدم الطاقة الشمسية وهذه الكائنات الأسبق في الوجود والتي تكون بها نواة ، أصبحت اليوم معروفة باسم «يوركاريوسايتات» ، والأكثر تطوراً تصنف باسم «أيوكايوسايتات» وهي صورة من اليوركاريوسايتات التي تشمل الكائنات عديدة الخلايا، مثلما تطورنا بالضبط، وقد بدأت الخلايا من أنواع مختلفة تعيش في مجتمعات قامت بعملها كوحيدة الخلية منذ بليون سنة ، ومنذ ٥٠٠ مليون سنة كانت الحيوانات والنباتات مستعدة لترك البحار لتستعمر الأرض .

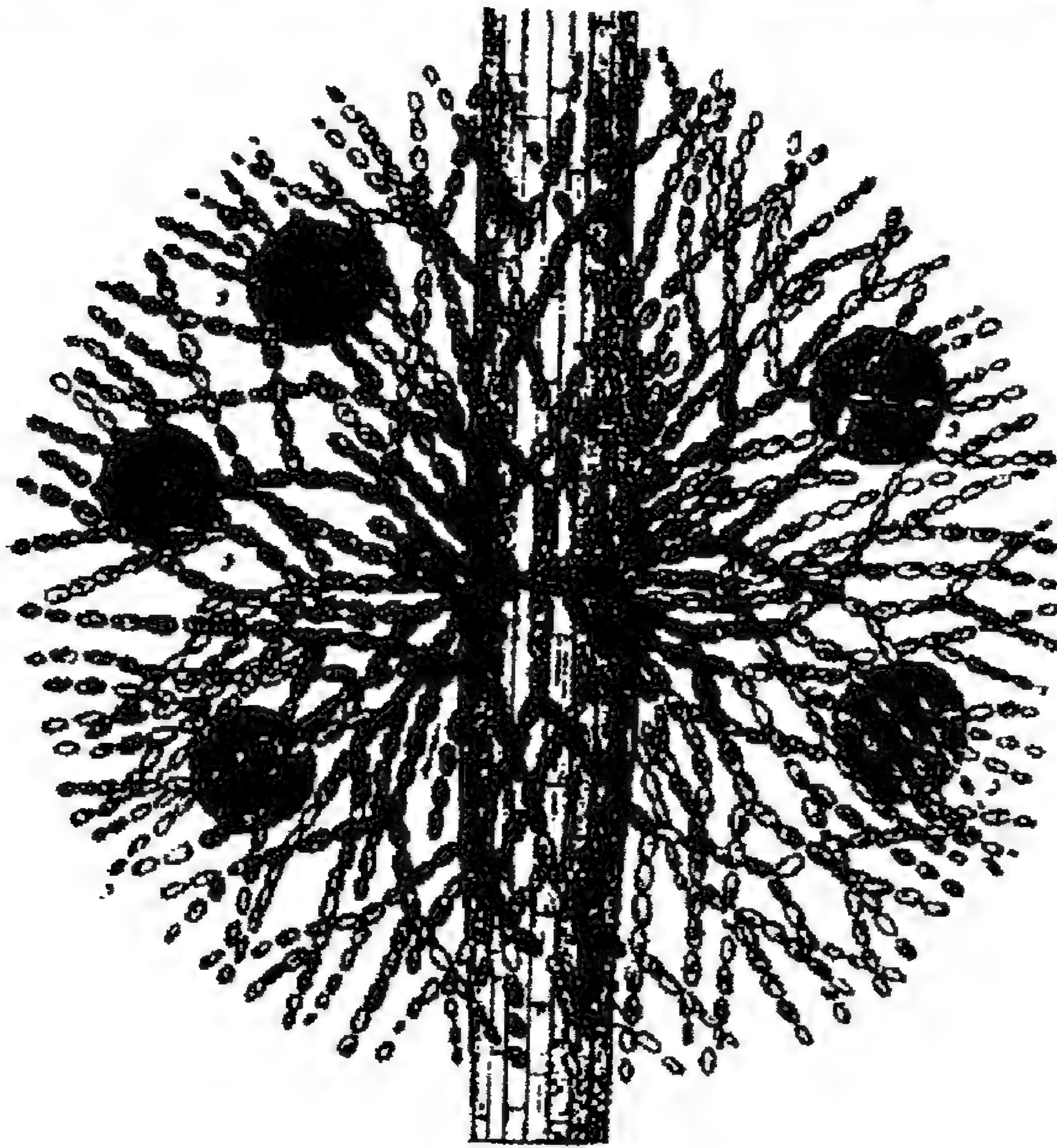


شكل (١٨)

تستطيع الطحالب توضيح كيفية التي بدأت بها حياة الكائنات عديدة الخلايا :
ينتج طحلب المياه العذبة المسمى «باتراكوس بيرمام» خيوطا مغطاة بالهلام يذكر بمظهر بيض الضفادع
(بالمعنى الحرفي للاسم)، يتكون الساق الأولي من خيط مركزي من الخلايا التي استطالت مكونة عناقيد من
خلايا بشكل أشعة تنتج كريات مستديرة من الأنسجة تبرز للخارج على المحور الرئيسي ، وتتكون الأجسام
الجنسية من داخل كريات الخلايا .

وتبقى هناك صعوبة في المفهوم جدية بأن تفسد هذه المناقشة وهي كيف يمكن لخلية وحيدة أن يكون مصيرها التطور إلى جسم مكون من خلايا عديدة (مثل خلايا الشخص) وتكون خلية بسيطة وحيدة، ولكنها في نفس الوقت أيضا تحتوي على عناصر الكائن عديد الخلايا؟ وكيف تحوز الخلايا أشكالاً مختلفة جداً وصوراً تعبر عن نفسها ككائن وحيد؟ وقد صاغ البيولوجي بول فايس المشكلة في هذه الكلمات «في النظام المتطور المسمى «الكائن» ، تقوم الخلايا بتقديم العناصر... ولكن بداءة الكائن - أي البيضة - لا تتكون من خلايا، والآن تبرز هذه المشكلة في صورة معضلة .

وأنا أعتقد أن الطبيعة الخاصة بهذه العملية المعقدة تكمن في قمع بعض الأوجه الصغيرة لسلوك الخلية. والتأكيد على سلوكيات أخرى ، وطبقاً لهذا الرأي ، تبدأ كل خلية بالقدرة الكامنة على تنفيذ كامل لكل النزعات - مثل الحركة والإحساس والهضم والاختزان - ولكن في مختلف مناطق الجسم ، وفي المواقع المختلفة داخل الأعضاء ، تتمو قدرات خاصة على حساب أخرى .



شكل (١٩)

طحالب «بيض الضفدع» تحت القوة الكبرى للمجهر

يمكننا أن نرى بعض الخلايا تتخصص مثل الكتل البنائية للساق المركزي، والأخرى تخرج على صورة أشعة للخارج في نظام فراغي محسوب بدقة بحيث لا تتنافس مع بعضها على الضوء والغازات الذائبة، ويمكن كذلك رؤية الأعضاء الجنسية داخل كتلة الخلايا، ويظهر هذا بدايات التطور نحو النباتات الوعائية .

فخلايا شبكية العين قد تصبح مخصصة لواجب استقبال الضوء مثلا، وتلك الخاصة بالعضلات، التي تنتج مطوعة الحركة لأعضائنا، فقد تخصصت في الانقباض استجابة للنبضات العصبية فقط، بينما فقدت إمكانياتها الأخرى. وتكبت الخلايا الوظائف التي لا تحتاجها، وتسمح بالتعبير الكامل عن تلك التي تتوافق مع أداء وظائفها المتخصصة في الجسم، وأنا أعتقد أن هذا الكلام صحيح بالنسبة للحيوانات أو النباتات عديدة الخلايا الكبيرة منها أو الصغيرة على حد سواء.

واليوم نعلم عن هذه الأعداد المتزايدة من النباتات والحيوانات من كل الأشكال والأحجام فبعضها يوجد كخلايا وحيدة صعبة الفهم بشكل مدهش، بينما تتميز الأخرى بقدرات خلوية على التخصص وإعطاء وظائف خاصة للعمل بها. وبالنسبة لى ، فإن الطريقة التي يسلك بها هي إفصاح عن سلوك هذه الخلايا المنفصلة التي يتكون منها وإذا كنا نستطيع أن نصل إلى تفهم حيوات هذه الخلايا، فسنبدأ فى فهم أصول الطبيعة الإنسانية .

تسخير الخلية لصالح الإنسان

منذ بداية التاريخ، يسخر الإنسان طاقات الميكروبات، لتساعده فى سرعة قضاء حوائجه ، ويقوم استغلال الإنسان للميكروبات على مبدأ تبادل المنفعة - فالكائن يتغذى على الطعام الذى يمد به الإنسان، الذى ينتفع بدوره بناتج التمثيل الغذائى لهذا الكائن. وتوجد فئتان من الناتج النهائى ، أولاهما ما نسميه «الناتج الأولية اللايىض» ، وهى الناتج التى يخصصها الكائن لنفسه ويستخدمها فى نموه وتطوره. والأمثلة على ذلك هى الفيتامينات والبروتينات ، وأما الناتج الثانوية للأيض ، فتكون ، إن شئت ، الناتج التى تلفظها الخلية لانعدام قيمتها بالنسبة لهذه الخلية. وكثير من الجزيئات الهامة بالنسبة لنا هى ناتج لا قيمة لها بالنسبة لكائن ما ، ولذلك فنستطيع أن نزرع الميكروب ونحصد ناتج نشاطه. ولنأخذ مثلاً لإحداها، وهى فطر صغير مستدير الخلية وتسمى «الخميرة»، تتغذى الخميرة على السكريات وتدفع شفرتها الجينية الإنزيمات إلى اختزال النشا وتحويله إلى السكريات التى لا تزال أكثر فى كميتها لتتغذى عليها، وفى أثناء ذلك تنمو ، وبينما تنمو ينطلق منها ثانى أكسيد الكربون (بالضبط كما نفعل) وتتخلص من هذه النفاية بإطلاقها فى البيئة المحيطة بها، ونتيجة لاستهلاك السكر الناتج تتراكم النفاية الغازية التى تكون مصدراً رئيسياً للكحول الإيثيل (الإيثانول) ، وهو كحول البيرة ، والأنبذة والمشروبات الروحية. فإذا كانت هذه الخميرة فى كتلة إسفنجية من النشا، فسوف يسبب غاز ثانى أكسيد الكربون فقاعات تزيد من حجم هذه الكتلة ، التى تعود إلى طبيعتها بالتسخين ، ويتطاير الكحول ويتبقى الخبز ، فالخبز يحتاج إلى فقاعات من غاز ثانى أكسيد الكربون لى يزداد حجمه بالطريقة المضبوطة .

وهناك طرق أخرى للوصول إلى هذه النهاية، باستخدام كيماويات الخبيز (مثل بيكربونات الصوديوم) التي تطلق ثاني أكسيد الكربون عند تسخينها مما يمكن المرء من عمل «خبز فوري» بدون الحاجة إلى الانتظار حتى تقوم الخميرة بعملها (السحري)، تختزل البيكربونات إلى كربونات وصودا - ولذلك يسمى الناتج «خبز الصودا» - وهو يحتفظ بطعم طفيف للصودا، ومع أن هذا المنتج أحد منتجات المخابز المعروفة جيدا، إلا أنه يمكن تمييزه على الفور لاختلافه عن نظيره المخبوز باستخدام الخميرة. ومما لا شك فيه أن بيكربونات الصودا بديل حيوى للخميرة، إلا أنه يذكرنا بالفائدة الحاسمة للتخمير الميكروبي، والتغير الطفيف فى النكهة والقوام عن ذلك الذى كان يمكن للتخمير التقليدى وحده إنجازه. ونتيجة لانتقاء أصناف قمح الخبز على مدار قرون لتحسين جودة الناتج بطريقة غير قابلة للتقليد ومعظمها يشكل شهادة تقدير لصناعة وابتكارية أسلافنا .

ينتج الخبز من نمو الخميرة فى عجين نصف صلب، فإذا نمت هذه الخميرة فى محلول مخمر، يهرب ثاني أكسيد الكربون إلى الهواء ويظل الكحول فى المحلول المخمر، وتكون النتيجة هى النبيذ . وإذا تم التخمير فى إناء مغلق تكون النتيجة إنتاج النبيذ ، وكذلك إذا تم التخمير فى إناء مغلق يؤدي ذلك إلى تكوين الشامبانيا، حيث يبقى كل من الكحول وثانى أكسيد الكربون فى الناتج النهائى .

وهناك كائنات أخرى تقوم بالتخمير وتساعد فى صناعة الأنواع المختلفة من الجعة، الجعة البلجيكية المعروفة باسم «اللامبية»، حيث تصنع بتجربة الحبوب النابتة فى المزيج الساخن الجاهز للتخمير فى حمامات نحاسية ضخمة وضحلة وكبيرة، فتطفو الميكروبات وتنتج الجعة من تخمير ذلك المزيج تخميرا طبيعيا. ويحكى لى أحد مدراء مصانع الجعة أنه اضطر لاستبدال القوالب القديمة التى كانت على سقف مصنعه بسقف حديث نظيف، وفى الربيع التالى، حينما كانت الجعة على وشك التصنيع - وقاموا بتحضير حبوبهم النابتة - فلم يحدث تخمير، حيث كانت الجراثيم المسئولة عن التخمير تختبئ فى تلك القوالب القديمة، ولذلك كان عليهم أن يرسلوا حملة للعثور على تلك القوالب القديمة وإعادتها إلى مكانها، فلما تم ذلك بسلام، عاد التخمير إلى طبيعته الأولى، فإذا تركت المشروبات الكحولية لتتخمر لفترة أطول فى وجود الهواء، فستعمل البكتريا المكونة للأحماض، وتكسر الكحول لتكون حامض الخليك، والنتيجة أن يصبح لدينا الخل. ويصنع خل الشعير من الجعة ولكن هناك خل النبيذ أيضا، ويصنع بواسطة تقطير النبيذ من خلال غرف تسمح بنوبان الأكسجين فى محلول النبيذ، لكى تستطيع بكتريا حامض الخليك العمل. وهناك طائفة كبيرة من النواتج النهائية يمكن صناعتها،

اعتمادا على الظروف البيئية التي يعامل تحتها السائل الكحولى. وأحد هذه النواتج هى الأسيتالدهايد، المستخدم فى الصناعة .



شكل (٢٠)

استخدام الخميرة من أجل الإنسان

تنمو بعض أنواع الخميرة كخيوط، كما تنمو بالتبرعم، ويمكنك فى هذه الصورة رؤية كلا من طرازى النمو ، وقد تم نشر هذا الشكل فى فرنسا فى القرن التاسع عشر فى كتاب مدرسى عن صناعة البيرة، وتوجد أقارب هذا الفطر على البشرة الأرمية وسطوح الثمار ، وبعضها يستخدم لإنتاج الخبز والجعة والنبيد، والبعض الآخر يمكن أن يسبب ظهور مرض الحمى القلاعية فى المرضى الأدميين من الصغار والكبار .

وتعيش الخلية الميكروبية وتنمو وتتغذى وتتكاثر بنفايتها ببساطة، ولكن الطريقة التى تستخدم بها هذه النزعات تسمح لنا بصناعة طائفة كاملة من الأنبذة والجعات إلى أنواع الخبز والفطائر وكلها من ميكروب بسيط ووحيد الخلية. ويتضمن كثير من موادنا الغذائية التقليدية استخدام الحياة الميكروبية، فالشاي والقهوة والشيكولاته مصنوعة

جميعها بمساعدة الميكروبات . وترجع أصول الشكولاتة إلى أراضى قبائل الأزتيك، الذين كانوا يستهلكون كميات ضخمة من المشروب المسمى شكولاتة . وقد جلب كريستوفر كولمبس الشكولاتة معه إلى أوروبا في أواخر القرن الرابع عشر ، ولكنها لم تقابل بترحيب يعبر عن أهميتها ولكن سرعان ما أصبح مشروب الشكولاتة نمطا مميزا في البلاط الإسباني ، فقد صنعوه بخلط حبوب الكاكاو بالقرفة وجوزة الطيب والسكر، وأدت ندرة حبوب الكاكاو في أوروبا إلى أن ظل تحضير هذا المشروب محفوظا في طي الكتمان لمدة مائة سنة. وتستخلص الشكولاتة من حبوب الكاكاو التي تنتجها شجرة الكاكاو الاستوائية، حيث تجمع هذه الحبوب وتترك لتتخمر لفترة حوالى الأسبوع ، حيث تتحول السكريات في هذه الحبوب إلى كحول معطيا النكهة الكاملة المميزة للشكولاتة، نتيجة لهذا التخمير ، وللمادة الثيوبرومين الموجودة في الشكولاتة تأثير مهدئ ومنشط على المستهلك .

تنتج شجرة القهوة حبوبا يتحول لونها إلى المحمر بينما تنضج وتشبه قليلا ثمار الكرز ، وتفتح الثمار بواسطة آلة لنزع اللب ثم تخمر الحبوب المستخرجة من اللب قبل أن تجفف في الشمس. وهناك طريقة أقل تكلفة في أداء هذه العملية. حيث تجفف كل الحبوب ببساطة بدون تخمير ميكروبي ، وتكون النتيجة «بُناً صلباً» ذا جودة أقل من تلك التي عوملت بالتخمير التقليدي، إلا أن «البن الصلب» هو الطراز الذي ينتج عادة في أغلب مزارع البرازيل، ويعتبر البن الناتج في جامايكا وأمريكا الوسطى من بين الأنواع الأجود في العالم ، ويمثل التخمير الميكروبي لحبوب البن المفتاح للتصنيع التقليدي لأفضل أنواع القهوة في العالم. ولكن كثيرا من المنتجين لا يلقون بالا إلى هذه الحقيقة، فهم يحذفونها من سلسلة عمليات الإنتاج ، إذ يرونها عملية مضيعة للوقت، ويستفيد الشاي كذلك من مرحلة التخمير، فتسحق أوراقه وتنشر في طبقات، وتترك لتتخمر فترة من الزمن تعتمد على صنف الشاي، ففي عمليات إنتاج أوراق الشاي الأسود التقليدي، تكسر الأوراق وتقطع إلى قطع صغيرة، وتترك لتتخمر لمدة ساعتين، بينما يتم تخمير أنواع الشاي الصيني لفترة أقصر. وفي الحقيقة لا يخمر الشاي الأخضر إطلاقا، ولكن يعامل بالحرارة ، فلا يتغير تركيبه كثيرا عن حالته حين القطاف، ويخمر شاي البوشنج لمدة قصيرة، ربما لنصف ساعة. ويتناسب طول فترة التخمير مع قوة نكهة الشاي، فكلما زادت هذه الفترة كان الطعم أقوى. وحتى البن تلزمه مرحلة تخمير تنقع فيها الحبوب ليومين أو ثلاثة تكفى لأن يتم تحلل اللب المحيط بالحبوب الطازجة وبذلك تتخلص الحبوب من اللب .

ويخمر اللبن بطرق عديدة، وأكثر نواتج تخمره ذيوغا هو الجبن، ولكن صوراً عديدة من اللبن المتخمر تصنع منذ آلاف السنين، وبعضها يحتوى على كحول، لأن الخميرة دخلت فى صناعته، مثل الجبن المعروف لدى الروس باسم (كفير) فهو يحتوى فقاقيع ثاني أكسيد الكربون علاوة على الكحول، و «الكوميس» الناتج عن التخمر الكحولى للبن الفرس. نجد فى الشرق الأوسط «اللبن» المصنوعة من لبن النعاج والماعز، بينما توجد فى اسكندنافيا مجموعة ضخمة من أنواع اللبن الزبادى، بما فى ذلك بعض الألبان الخيطية التى تحتوى على نموات كثيفة من ميكروبات البكتريا العصوية التى تنمو فى سلاسل مكونة خيوطا تضيف خواصها على اللبن . ويأتى الزبادى نفسه ضمن أصناف كثيرة ، ومن الغريب التنويه بأنه (بالرغم من أنه معروف جيدا فى سوپر ماركت العالم الغربى) فقد عرف بصعوبة خارج المجموعات العرقية التى أنتجته من قبل، حيث عرف حديثا فى الستينيات من هذا القرن ، وتتزايد مرارة هذا النوع من الألبان المخمرة إذا ترك اللبن الطازج فى مكان دافئ، لأنه يحتوى على أعداد صغيرة من الميكروبات السبحية المتخصصة فى تخمير الزبادى عن طريق تكسير سكر اللاكتوز فى اللبن لتكوين حامض اللاكتيك (اللبنيك) . وتمنع البيئة الحامضية - عند رقم حموضة (ق يد) ٣ - نمو معظم الأنواع الأخرى من البكتريا (وتوقف استمرارها فى التكاثر حتى قبل ذلك بوقت طويل)، ومع ذلك فتوجد فى اللبن الطازج بعض هذه البكتريا التى تشبه العصى والتى تنمو وتتكاثر بسرعة. وتبلغ درجة حموضة اللبن (رقم ق يد) حوالى ٨-٦ - فهو متعادل حقيقة - . وفى هذا الوقت تبلغ بكتريا اللبن الزبادى أوج نموها، فينخفض رقم (ق يد) إلى حوالى ٤ (وهو رقم بالغ الحامضية-، وبينما ينمو الفطر، فإن رقم (ق يد) يرتفع ثانية إلى نحو ٥، وهنا تلزم سيطرة دقيقة على ظروف النضج إذا كان المطلوب هو استمرار هذا التابع. ويحتاج إنتاج اللبن الزبادى مزرعة نقية من البكتريا العصوية المتخصصة فى إنتاج اللبن الزبادى، وهى الأكثر استعمالا فى هذه العملية، كما سترى على بطاقة المنتج. فإذا كان الغرض هو صنع الجبن، فترفع درجة حرارة اللبن الآخذ فى المראה إلى ٣٠ درجة مئوية (٨٦ درجة هرنهيت) ويضاف الإنزيم المسمى بالرينين، وهو مستخرج من المنفحة ويعمل على تجبن اللبن محولا إياه إلى كتلة تشبه الهلام، وهذا هو التفاعل الذى يتم فى اللبن ليحيله إلى جبن فى النهاية . وتصبح أنواع الجبن الناعمة جاهزة للاستهلاك فى خلال أسابيع قليلة عادة، بالرغم من أن أنواع الجبن الصلبة تستغرق سنة لتنضج. وتعتبر أنواع الجبن الأزرق نصف صلبة ،

ويتم وخزها بقضبان معدنية تحمل جراثيم الفطر المتخصص الذي يستعمر الجبن وينتج تعريقا أزرق مخضرا محببا لدى الخبير المتمكن، وقد أعطى هذا الفطر ، وهو من الفطريات التي تنمو في الجبن واسمه «البنيسيليوم»، وهو نفس الجنس الذي وهب للعالم أول مضاد حيوى وهو «البنسيلين» فى الأربعينيات من القرن العشرين .

وتتزنخ بعض أنواع الجبن كلية قبل الاستهلاك، ويرجع السبب فى أننا نقول لبعض الناس أحيانا أن «أقدامهم متجبنة» أى لها رائحة الجبن ، لأن نفس البكتريا التى تتطفل على الجبن نصف الناعم تصيب الأقدام الرطبة المحبوسة فى الجوارب .

وفى بعض الحالات، تؤكل الميكروبات نفسها كغذاء، ففى البلاد الناطقة بالإنجليزية، تباع عجائن الخميرة المملحة كناتج ثانوى من نواتج صناعة الجعة وهى عبارة عن قطع بنية ذات رائحة لذيدة تباع تحت أسماء تجارية مثل « مارمايت » و « يستريل » و « فيجمايت » مصحوبة بمواد لاصقة من كل الماركات التى تحمل الأسماء التجارية السابق ذكرها، وكلها تقدم فى السوق على أنها الأفضل. وبالرغم من ثراء الخميرة فى البروتينات وفيتامينات المجموعة (ب) التى تكسبها طعمها فقد أضيفت هذه المواد إليها للمزيد من الطعم، وغالبا ما تقول عنها وكالات الإعلان «إما أن تحبها أو تكرهها» . وفى الشرق الأقصى يصل استهلاك هذه الميكروبات إلى مستوى أكثر علوا وسموا ، حيث تؤكل الطحالب الخيطية من جنس «نوستوك» فى الصين باعتبارها «خضروات بشكل الشعر» وفى اليابان توجد مستعمرات فريدة من البكتريا تحت سطح التربة مباشرة، على المنحدرات البركانية لجبل «أساما». ويتم جمع كتل هذه البكتريا لتؤكل كحساء يسمى « «تينجو» وهو أيضا اسم إلهة يقال إنها تقيم على ذلك الجبل، وبذلك فإن أكل هذا الطبق البالغ الندرة يعتبر احتفالا بذكرى إلهة يابانية قديمة. وقد بدأنا فى الغرب تربية الفطريات فى أوعية ضخمة وتشكيل النواتج حتى يصبح لها نفس الإحساس بطعم اللحم، وتتزايد شعبية هذا لدى النباتيين، بالرغم من أن المرء قد يظن أنه من الأفضل أن يكون قوام المنتج مختلفا عن قوام اللحم بقدر الإمكان ، ويعتبر الكوورن مثالا شائعا لهذه الأغذية الحديثة، وهى تمثل إمكانية كبيرة لتوفير البروتين والفيتامينات بينما تخلو من الكولسترول .

وعلى الرغم من أننا نطور أغذية جديدة، فلا نزال نحيط أنفسنا بما ألفناه بقدر ما نستطيع. وتعالج أقدم المنتجات التى عرفتها الإنسانية، وهى الجلود ، بطريقة تقليدية

بمساعدة الميكروبات الوحيدة الخلية. وتكون ثنانيا جلد الحيوان غير الظاهرة مغمورة في تفر من السوائل والبكتريا (مثل البكتريا العصوية) التي تستطيع اختراق هذه الثنانيا والنوبان في المكونات الخلوية التي يرغب الدابغ في القضاء عليها. ولا تستطيع البكتريا مهاجمة المكونات الليفية من هذه الثنانيا والنتيجة أن تلك الثنانيا يتم تصنيعها كجلود لينة بواسطة أولئك العملاء المتناهين في الصغر والذين لا يمكن رؤيتهم إلا بالمجهر. وبالمثل، فنفس العملية تقريبا كانت تتبع منذ قرون بالنسبة لتصنيع القيل، فتؤخذ سيقان نبات الكتان (يزرع عادة للحصول على زيت بذرة الكتان) والقنب (يعرف أفضل باسم الحشيش) بعد حصادها وتحزم ثم تنصب في نقر للنقع، فتكون بغناها في الألياف - مثالية لصناعة المنسوجات والأحبال - ولكن هذه الألياف ممسوكة بعضها بالبكتينيات والمركبات اللاصقة الأخرى ، فالطريقة الأكثر فعالية لفصل هذه الألياف عن بعضها هي استخدام البكتريا التي تزيل المواد البكتينية واللاصقة، وفي سياق هذه العملية فإن سلسلة متتابعة من أنواع البكتريا قامت بالعمل، أولا الكائنات التي تتنفس الأكسجين، والتي سرعان ما تهضم الأنسجة الأكثر نعومة، ومع انخفاض مستوى الأكسجين في الماء، تشرع بكتريا حامض البيوتريك في العمل على هضم المواد شبه اللاصقة والأكثر صعوبة والتي تربط بين الألياف. وتكون النتيجة استخراج الألياف جاهزة للغسيل نظيفة ولامعة من أحواض التخمر ، ويمكن نسجها في المنسوجات الكتانية، أو قتلها كحبال. وحتى نبات «الوسمة» (النيلة) - القديم، كان ينتج صبغته الزرقاء عن طريق التخمر الميكروبي لأوراق النبات. ومن الشائع أن نبات «الوسمة» أو النيلة يحتوى على صبغة زرقاء، ولكن ليس الأمر كذلك، إذ أن الصبغة الزرقاء المعروفة باسم «النيلة» (والتي يمكن الآن تخليقها كيميائيا) تنتج في الأوراق عند نقعها وتركها لتتخمر، فإنها الميكروبات التي تنتج اللون ، وليست أوراق النبات. وكانت للنيلة، كصبغة عرفت فيما قبل التاريخ، أهمية كبرى .

وكانت للميكروبات أهمية استراتيجية في مقاومة الأعداء، فخلال الحرب العالمية سببت ضربات الغواصات الألمانية لبريطانيا أزمة نقص الأسيتون الحيوى لإنتاج الكوربيت، وهي المادة المتفجرة التي تستخدم في إطلاق القذائف من المدافع، وفي إبان هذه الأزمة أخطر البكتريولوجى المسمى «شايم فايتسمان» المستر دافيد لويد جورج ، الوزير المسئول عن الحرب ، بأن ميكروبيا يمكن أن ينقذ الموقف ، وعرض فايتسمان الميكروب المنتج للأسيتون وينتمى إلى الجنس المسمى «كلوستيريديوم» ويحتوى على

جينات يمكنها حفز إنتاج الأسيتون من محاليل السكر الخام، وكانت لهذه الفكرة أهمية حاسمة في الحفاظ علي إنتاج تلك الأسلحة، وبدون تلك الميكروبات ربما كانت النتيجة ستتغير كثيرا. وفي نفس الوقت ، كان الألمان يعانون من نقص الجليسرول اللازم لإنتاج مفرقاتهم - وهنا أيضا استطاعت صناعة التخمير إنقاذ مجهودهم الحربي من الانهيار، حيث وجدوا أنه يمكن عن طريق إمداد مزارع فطر الخميرة بمركب ثنائي كبريتيت الصوديوم تحويل السكريات إلى جليسرول. وباستخدام تلك التقنية التي طورت على عجل، تم لهم إنتاج حوالي ألف طن من الجليسرول شهريا ولم تقدر حقيقة العون الذي قدمته الميكروبات في الحرب حق قدرها، ولكن كان هناك صدى سياسى، فحين عين لويد جورج رئيسا للوزراء وجد نفسه في وضع يمكنه من رد الجميل، فاتفق مع فايتسمان على تأسيس وطن لليهود على صورة دولة إسرائيل ، ونادرا ما كان ميكروب نشطا من الناحية السياسية إلى هذه الدرجة مثلما كان الميكروب الحافز على إنتاج الأسيتون في الحرب العالمية الأولى .

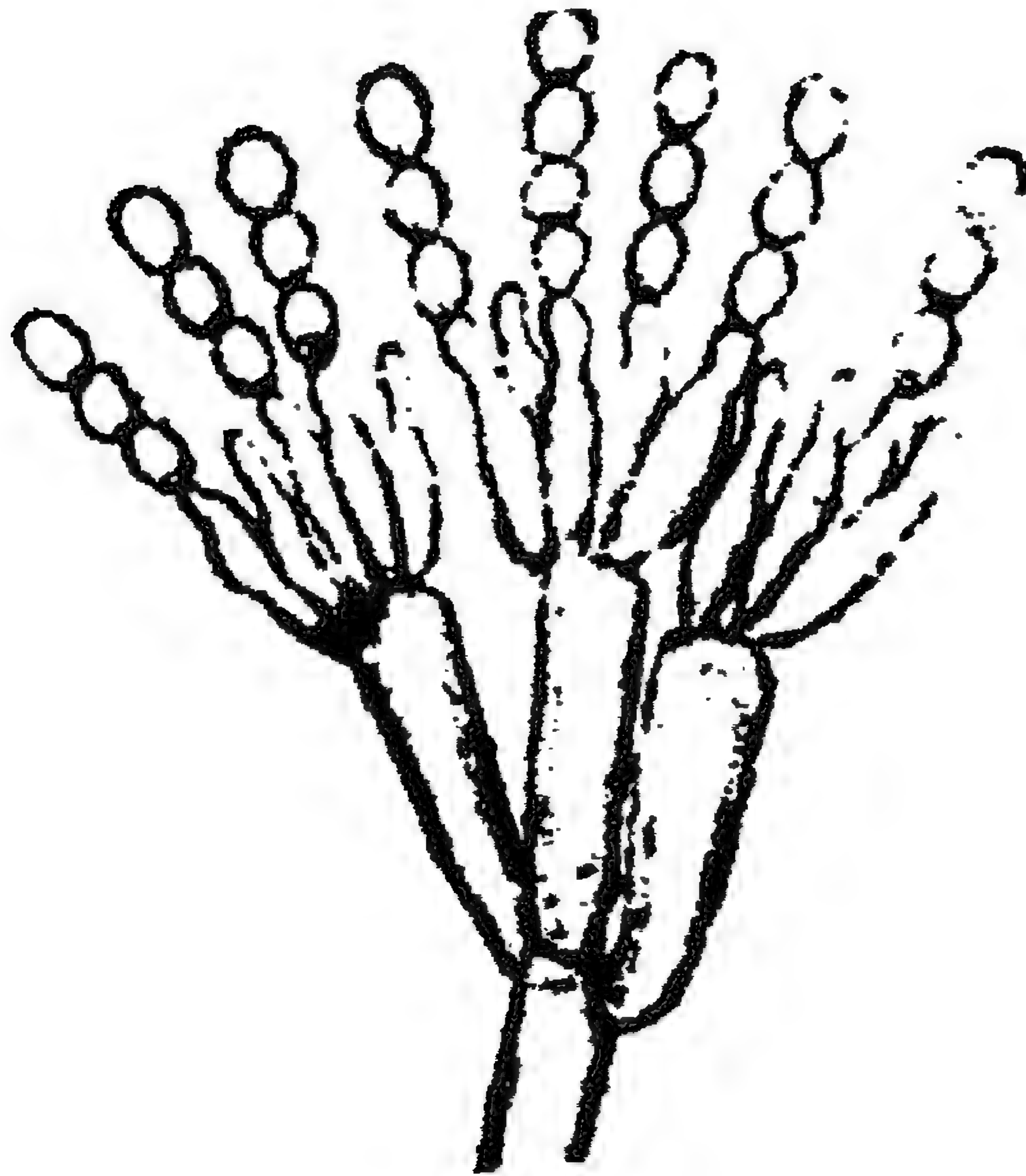
وحتى في عالم الاستجمام، وجدنا تطبيقات حديثة للميكروبات، حيث تعتمد منتجات الانزلاق علي الجليد في جبال روكي الشهيرة على طول فترة سقوط الجليد ، ولم يوفق أحد في البحث عن طريقة لإطالة هذه الفترة من خلال تحويل الطقس على الإطلاق ، فقد حاولوا تخليق جليد صناعي، ولكن بلورات الجليد الحادة المنتجة بالآلات كانت بديلا متواضعا وغير محبب إلى المتزلجين، وهنا تدخلت البكتريا ثانية للإنقاذ، فأغطية سطوحها تشجع تبلور الجليد الخفيف إلى بلورات تشبه ندوف الريش، وكل بلورة تستخدم خلية بكتيرية كنواة تتكثف عليها رقائق الجليد الآخذة في التكون ، ومنذ جلب البكتريا إلى أراضي هذه المنتجعات ، استطاع مدراء تلك المنتجعات زيادة فترة قضاء العطلات بشكل ملحوظ .

وتستخدم الميكروبات حتى في استخراج المعادن، فلبعض الطحالب القدرة على الاتحاد بالمعادن النقية ، بما في ذلك الذهب والفضة، وكانت هذه الميكروبات سببا في إعادة استغلال المناجم المستهلكة ، لأنها يمكنها به تحسين حالة خام المعادن الثقيلة مثل الكاديوم والرصاص وحتى اليورانيوم ذي الرتبة المنخفضة . وقد استخدمت البكتريا لقرون عديدة في تمكين الصناعة من الحصول على خام حديد منخفض الرتبة ، وكانت الطريقة هي تكويم الخام منخفض الرتبة في نقر وتجرية الماء ببطء خلال ذلك الحديد، وسرعان ما تثبت بكتريا أكسدة الحديد وجودها، لما لها من علاقات نسب

قديمة تعطيها مادة من العناصر مفضلة لديها لتحليلها مثل النحاس والحديد والكبريت، فتؤكسدها وتحتفظ بالطاقة اللازمة لعملياتها الحيوية. وينتج عن هذا التفاعل غسيل محلول كبريتات الحديد (أو النحاس) وخروجه من مصرف النقرة ، ويسهل بعدئذ نسبيا استخلاص المعدن النقي من هذا المركب الكيماوى . وتعد إحدى المزايا الكبرى لاستخدام الميكروب هى عدم الاحتياج إلى طاقة خارجية من الوقود لإتمام تفاعلاتها، لذلك لا تلزم لهذا التفاعل مصادر للطاقة سواء من الوقود أو الكهرباء، ولا يعنى هذا أن الطاقة على إطلاقها غير لازمة فى المصنع ، لأن تشغيل المعدات لا يزال لازما . وفى بعض التصميمات تستخدم الطاقة الناتجة عن نشاط الميكروبات (من خلال ناتج ثانوي غازى مثل الميثان) لجعل المصنع مكتفيا اكتفاء ذاتيا بالنسبة للطاقة. وتكون الطاقة لازمة أيضا لتبريد التفاعل، لأن الطاقة التى تطلقها الميكروبات يمكن أن تكون كبيرة. وعلى أى حال ، تمنح الخلايا بنفسها قوة للتفاعلات، وهذه القوة يمكنها أن توفر فى تكاليف التشغيل .

يشكل إنتاج المضادات الحيوية أحد أفضل التقنيات الحيوية الصناعية، فهذه المنتجات مذهلة لأنها تنتج كنواتج ثانوية بواسطة الكائنات الدقيقة، وهذه النواتج الثانوية تستخدم بواسطتنا فى صراعنا مع الأمراض الفطرية والبكتيرية . وقد استخدمت هذه المركبات فى السنوات الأخيرة بإسراف إلى حد كبير ، ولكن لا يعنى هذا على الإطلاق أن المضادات الحيوية كانت فكرة سيئة، فقد أنقذت ولا تزال تنقذ حياة عدد لا يحصى من الناس كل يوم بشكل كان يستحيل إنقاذه بأى وسيلة أخرى وكنت أول من نقد شركات الأدوية لتشجيعها بيع المضادات الحيوية على نطاق واسع، خلال شفائى من الإلتهاب السحائى البكتيرى (يرجع كل الفضل إلى المواظبة على استخدام البنسيلين)، واضعا تلك الاعتراضات فى منظور أوضح. وكان ألكسندر فلمنج أول من سجل تأثيرات البنسلين فى عام ١٩٢٨، على الرغم من أنه لم يستغل ذلك الاكتشاف الاستغلال الكثير، وبعدها بأربع سنوات كان أول من استخدم مزارع فلمنج المحتوية على فطر «البنيسيليوم» هو طبيب بمستشفى، فقد عالج به الرمد، الذى كان السبب الرئيسى فى عمى الأطفال حديثى الولادة فى ذلك الوقت ، ولم يكن لفلمنج دخل فى الاستخدامات الطبية لذلك الفطر، إلى أن قام بها السير هوارد فلورى وزميله أرنست تشين فى أكسفورد. وقد تحسنت حالة أول مريض عولج بالبنسيلين - وهو شرطى كان على وشك الموت لإصابته بمرض تعفن الدم، وكان التحسن معجزا فى ذلك

الوقت - ولكن عندما نفذت إمدادات البنسيلين - كل الكمية التي حقن بها المريض - عمل الفريق الطبي على استعادة كمية العقار التي لم تستخدم من بول المريض المجمع لفترة ، ولكن في النهاية ثبت استحالت السيطرة على المرض ومات المريض بعد ذلك بقليل .



شكل (٢١)

عفن البنسيلين الذي أحدث ثورة طبية

كان البنسيلين هو أول مضاد حيوى ينتج على نطاق تجارى واسع، حيث قلل كثيرا من المعاناة الإنسانية، والشكل المبين هو أول صورة لفطر البنسيلين، نشرت قبل عشرين عاما من اكتشاف فلمنج لتأثيره العلاجى. والصورة من رسم ر. ويستلنج من السويد أول من اكتشف وجود هذا الفطر، حيث عثر عليه ناميا على كومة من عشب «الهيسوب» العطرى.

وقد بدأ إنتاج البنسيلين على نطاق واسع بزراعة الفطر فى أعداد كبيرة من زجاجات اللبن، ولكن سرعان ما تحركت الصناعة نحو الإنتاج فى أحواض كبيرة، والآن ينتج البنسيلين من سلالة طفرة من أنواع فطر البنسيليوم المختلفة ، ويفرز النوع البرى من هذا الفطر حوالى ٦٠ ملليجراما لكل لتر فى المزرعة ولكن بدراسة

الطفرات المتتابة، وجد أن طفرتين من هذه الطفرات قد زادتا الإنتاج إلى ٥٠٠ ملليجرام لكل لتر مزرعة بينما زادت ١١ طفرة أخرى إلى ٧ جرامات لكل لتر مزرعة - وهي زيادة أكبر ١٠٠ مرة من التي سبقتها. وينتج جنس قريب من جنس البنيسيليوم مادة السيفالوسبورين كما تنتج مجموعة البكتريا الخيطية (الأكتينومايسينات) ، التي تنتشر في التربة المضادين الحيويين ستربتومايسين وتتراسيكلين. وقد منحنا هاتان المجموعتان الميكروبيتان أربعين إلى خمسين ألفا من المضادات الحيوية المعروفة . وبالرغم من هذا ، فقد تم تسويق مائة فقط من هذه المركبات، وقد أتى ثلثي هذه المركبات من جنس وحيد هو ستربتومايسين حيث تم اكتشاف مركب الستربتومايسين في ذلك الفطر ومركب الكلوروتتراسيكلين في نوع آخر من ذلك الفطر .

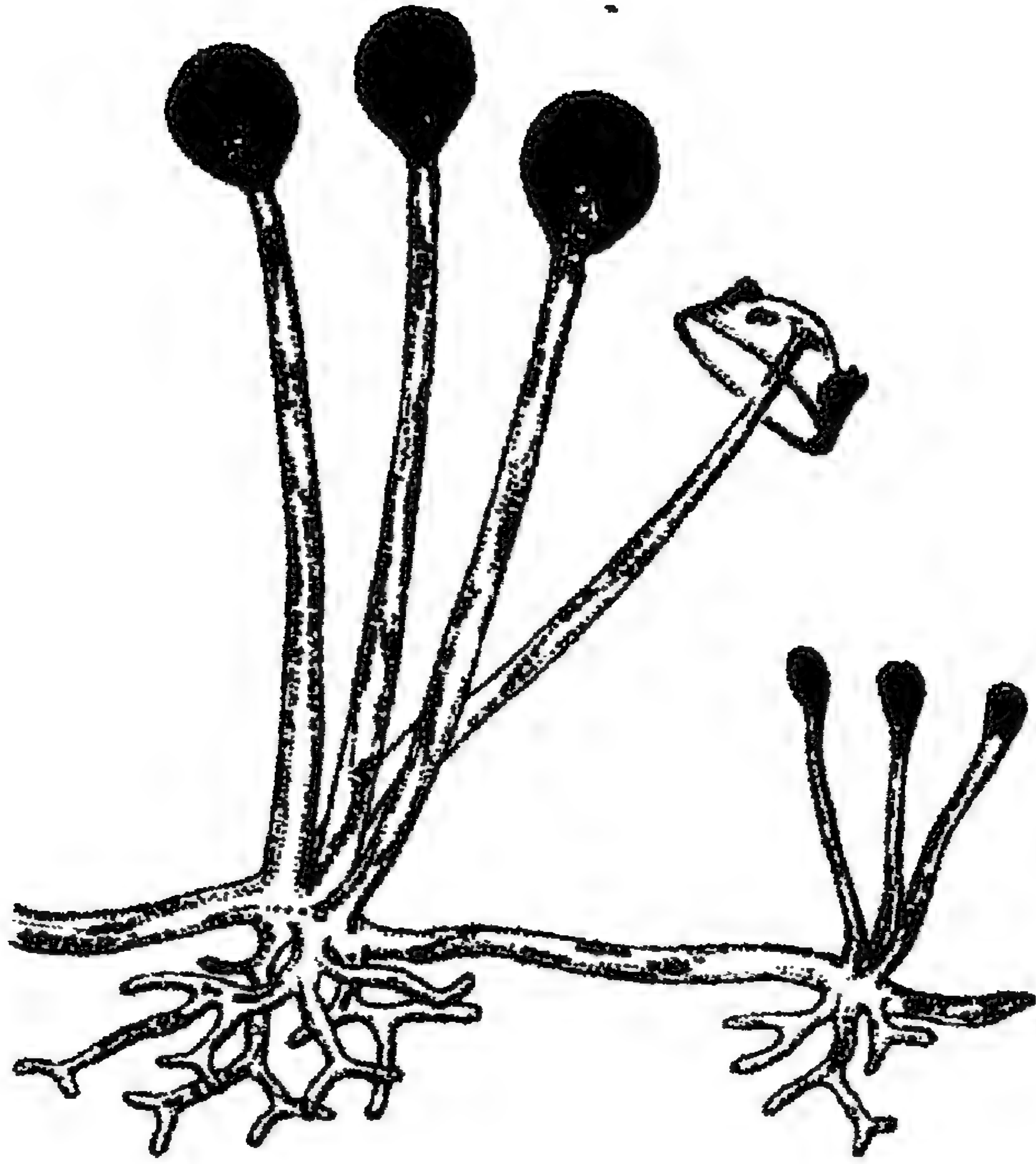
تستخدم الميكروبات المطورة جينيا في صناعة أنوية مثل الأنترفيرون والأنسولين وهرمونات النمو الأدمية. ولم يكن إنتاج الأنسولين بواسطة الميكروبات ناجحا في بادئ الأمر، لأنه كان مختلفا اختلافا طفيفا في التركيب عن تركيبه في الإنسان، فلم يكن يعتمد على تأثيره. ولكن هرمون النمو الإنساني المستخرج من أنسجة أخرى أثبت أنه يزيد من مخاطر الأمراض الأخرى (بما في ذلك انتشار مرض كروتيزفلد - جاكوب أو م. ك. ج) ، وبذلك فإن الصورة الأكثر نقاوة الناتجة عن نشاط الميكروبات قد تثبت أنها منقذة للحياة .

وأحيانا بينما كنا نستفيد بمزايا النواتج الميكروبية يصبح سوء استخدامها مؤلما بوضوح. فمادة الدكستران ، التي هي عبارة عن مادة مخاطية تتكون حيثما تتغذى الميكروبات على الجلوكوز ، وكثيرا ما يفسد تراكمها عمل مصانع تكرير السكر والمؤسسات التي تحتاج لاستخدامه نتيجة التكوينات المخاطية من الدكستران التي تؤدي إلى إنتاج مشروبات ومأكولات غير قابلة للاستهلاك، فإذا أريق على الأرض يمكنها أن تسبب الانزلاق الذي يمكن أن يكون خطيرا، وإذا تكونت في خطوط الأنابيب فيمكن أن تتسبب في انسدادها المتكرر. وهذه المادة العديدة السكريات ذات القوام المستديم الهلامية يمكنها فعلا أن تكون مفيدة، إذا استخدمت الاستخدام الصحيح . فقد وجد أن الجسم يمكنه أن يتحمل الدكستران ، فلا يظهر الدكستران علامات عدم التوافق مع الجسم مثل إثارة الحساسية أو ارتفاع درجة الحرارة ، فضلا أن طبيعته الهلامية تجعله مثاليا كبديل للبلازما في عمليات نقل الدم، ولذا فقد أصبح الدكستران يستخدم على نطاق واسع في زيادة حجم الدم للمصابين في الحوادث وللمرضى في

حالات الطوارئ فهو لا يتأثر من التعقيم بالحرارة، ويمكن حفظه على درجة حرارة الغرفة لفترات طويلة بدون إجراءات خاصة، وبذلك يستخدم الدكستران لزيادة حجم الدم ، فيمكن نقل محلول من الدكستران المعدل بعناية ليناسب ظروف الجسم الأدمى إلى المصابين الذين نقص حجم دمائهم نتيجة حوادث أو جراحات . وتستخدم لهذا الغرض بكتريا من النوع الذى تتميز شفرة جيناتها بأنها تستطيع إنتاج نوع «الدكستران» الأكثر ملاءمة من ناحية الصورة الجزيئية للاستخدام فى علاج الحالات الطبية الطارئة.

توجد طبقة من النواتج الميكروبية أصبحت معروفة جيدا ، وهى الإنزيمات، فالإنزيمات هى المسئولة عن إجراء التفاعلات الكيماوية فى الأحياء ، كما أنها هامة من النواحي الطبية والتجارية. ولم يكن جهاز التلفزة التجارى ليكون بالشكل الحالى بدون الإنزيمات . وتفترض إعلانات مساحيق الغسيل أن أى شخص يهتم بالشئون المنزلية، وخاصة غسيل الملابس لا يمكن الثقة به ليغسل أى شئ فى الماء ذى درجات الحرارة المثوية الأعلى من المعدلات الدولية المتعارف عليها (IQ) . ونقول للجمهور - أن معنى الإنزيم يبقى لغزا ، فالإنزيمات عبارة عن بروتينات معقدة يتم إنتاجها عن طريق الجينات التى فى الخلية، فهى تقدر زناد التفاعلات الكيماوية ، فإذا أحرقت الجلوكوز فى النار ، تنطلق الطاقة الناجمة عن الحرق فى صورة لهب ، فتستهلك الخلية الجلوكوز كمصدر للطاقة ويحدث مثل هذا التفاعل ، كعمليات متسلسلة فى تتابع محكوم بالإنزيمات التى تنظم كلاً من خطوات هذا التتابع. وتستخدم الخلايا الحية الإنزيمات فى هضم موادها الغذائية، وتتم تسمية الإنزيم بالاسم العلمى للمادة التى يعمل على تحليلها، مضافا إليه المقطع (يز) فى نهاية الاسم العلمى ، فالإنزيم الذى يحلل سكر المالتوز مثلاً، يسمى مالتيز .

وقد يكون البروتينيز أحد أفراد مجموعة الإنزيمات التى تقوم بتكسير البروتينات، وهذه الإنزيمات هى التى تجدها قد أضيفت إلى مساحيق الغسيل، فهى تساعد على تكسير ما يسمى «بقع الجسم» كما تستخدم فى الصناعة لاستعادة الفضة من أفلام الأشعة المستعملة، حيث تذيب هذه الإنزيمات مستحلب هلام (جيلاتين) الفيلم .



شكل (٢٢)

عفن الخبز الشائع الذى ينتج الأنزيمات

يتكون هذا العفن على الخبز البائت، حيث تنمو جراثيمه السوداء من داخل الكيس الجرثومى على أطراف سيقان بقيقة تشبه الخيوط، وسرعان ما ينهار الكيس الجرثومى حينما ينضج ويؤدى هذا إلى انتشار الجراثيم فى الهواء ، وهذا الفطر ينتج على نطاق تجارى فى الصناعة لإنتاج إنزيم المالتيز ، الهام فى إنتاج السكريات من النشا.

ربما تكون معتادا على عفنى الخبز (الأسبرجللس، الريزوباس) لأنهما شائعا الوجود على الخبز البائت. وكلا من هذين العفنين ينتجان إنزيمى الأميليز والمالتيز، بالترتيب، فالأميليز يكسر النشا إلى سكريات، وستجده واسع الاستخدام فى صناعة الجعة والخبز ، وتحتوى بعض الأنواع التجارية من خميرة الخببز على الأميليز فى المخلوط التجارى، كما تحتوى على جراثيم ساكنة فى الخميرة نفسها، وحينما تستخدم

فى عمل الخبز ، يكسر الأميليز بعض النشا فى الدقيق مكونا سكريات ، تتغذى عليها خلايا الخميرة الخارجة من تلك الجراثيم. ويعطى هذا النمو تلك الخلايا تعزيزا إضافيا. ولذلك، يتميز تحضير هذه المنتجات بالسرعة ، ويغير إنزيم المالتيز المنتج بواسطة فطر الخبز المسمى (ريزوبس) سكر المالتوز غير المستخدم نسبيا إلى جلوكوز أكثر استخداما. وتنتج سلالات الفطر المسمى (أسبرجلس) أيضا أنزيمات البروتياز والأنزيمات المحللة للبكتين ، التى تستخدم فى أغراض عديدة فى الصناعات النسيجية ، تنتج الخميرة الكوبالامين (المسمى حديثا فيتامين ب -١٢) وقد عرف هذا منذ أحقاب ، ولكنه يستخرج الآن عادة من مزارع البكتريا المتخصصة فى إنتاج حامض البروبيونيك، بينما ينتج الريبوفلافين (فيتامين ب٢) تجاريا من مزارع الفطر المتخصص فى إنتاجه. وهناك ميكروبات أخرى عديدة تستخدم لتنتج الأحماض الأمينية التى تدخل فى الأغذية ، وكثير من هذه الأحماض هام كإضافات غذائية ، إذ نحتاج فى الغذاء الصحى إلى عشرين حامضا أمينيا، ولكننا لا نستطيع أن تنتج لأنفسنا من هذا العدد - نحن أو الميكروبات فى أمعائنا - إلا اثنى عشر حامضا أمينيا - وأما الثمانية أحماض أمينية الباقية فلا بد لنا من تناولها من خلال الغذاء ، والآن لدينا مزارع هذه الميكروبات يمكننا إنتاج كل تلك الفيتامينات ، وتنتج طائفة كبيرة من الأحماض تتضمن حامض الليمونيك (الستريك) ، المستخدم فى مشروبات الفاكهة، عن طريق مزارع الميكروبات، بكفاءة أكبر من كفاءة الإنتاج الصناعى .

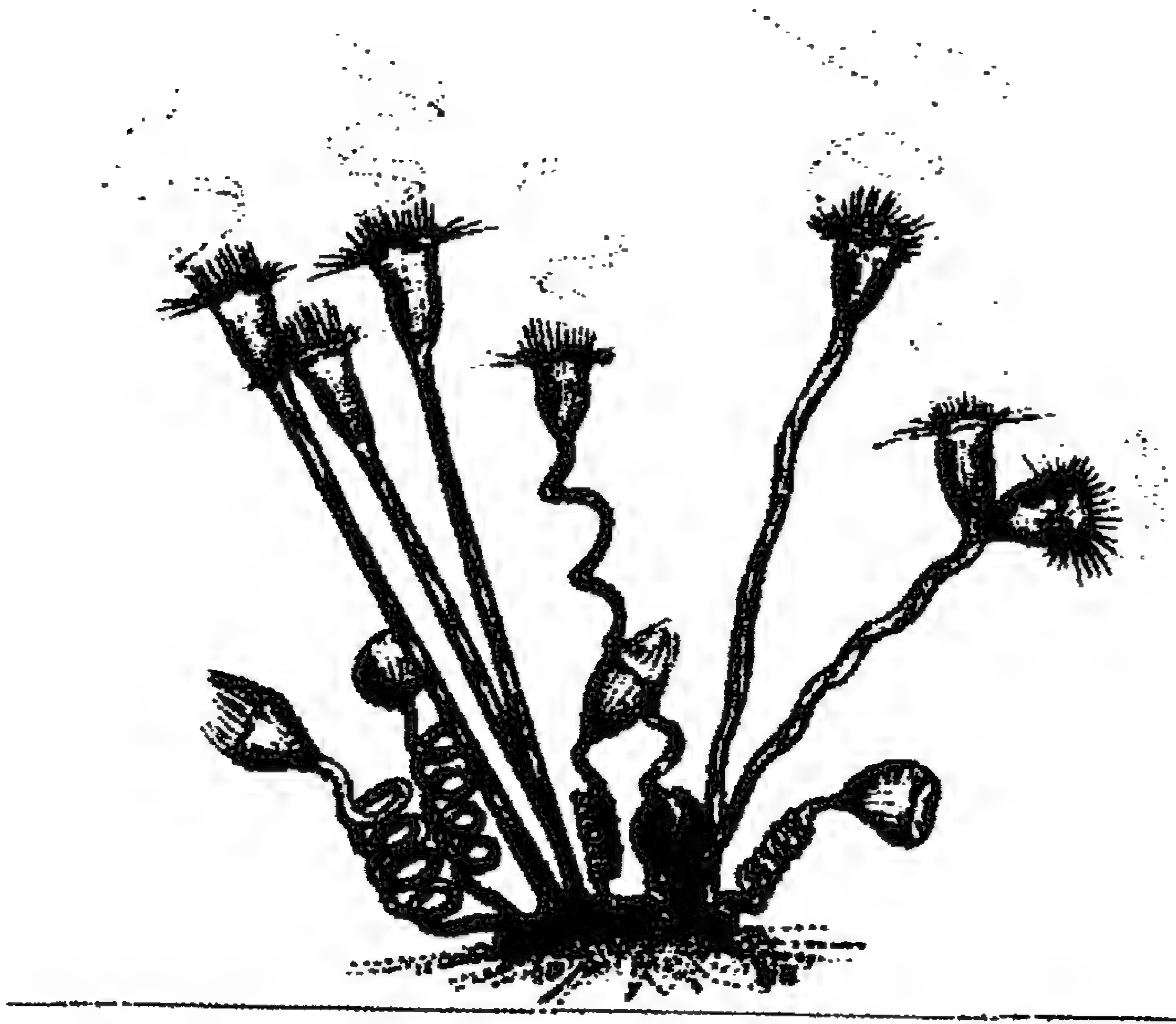
وتستطيع الميكروبات إنتاج مكسبات النكهة وحتى العطور، ويظن على نطاق واسع أن مركب «أحادى جلوتامات الصوديوم» وهو الذى يضاف للطعام ، ويكسبه طعما لذيذا ، إلا أنه كان ينتج فى الشرق الأقصى منذ أقدم العصور من خلال التخمير البكتيرى (عن طريق بكتريا حامض الجلوتاميك) ، وفى العصر الحديث يتم إنتاج ثلاثمائة وخمسين ألف طن سنويا بواسطة مزارع ذلك الكائن أو سلالات منه أغزر إنتاجية . ومادة «العنبر» التى تشكل دائما واحدة من أكثر المكونات قيمة فى مجال صناعة العطور، تنتج من تخمير العنبر المستخرج من براز الحوت ، حيث توجد كميات كبيرة منه طافية فى البحر والتى تصنع الآن من براز الحوت الذى يتم ضغطه حول كتلة مركزية من البقايا غير المهضومة لحيوانات الحبار (تتضمن أطرافها المستدقة) ، وغالبا ما يكون العنبر الطازج أسود ، وتكون رائحته غالبا غير مقبولة، ولكن تتخمر مكوناته ببطء ، بينما يطفو فى البحر، فيشحب لونه ويتحول إلى المركب العطرى ذي الرائحة الأكثر جاذبية فى العالم، ومن غير الواضح لى ما إذا كان الذين استخدموا العنبر طيلة قرون يعرفون هذه المعلومات، وعلى أى حال، فيتملكنى تساؤل عما إذا كانت هذه المعلومات ستقابل بنفس الترحيب والبهجة اللتان يستخدم بهما العنبر .

الخلايا ضد التلوث

بينما كنت أمر بمرحلة مراهقتي، ذهبت مع صديق للتخييم بالقرب من شلال في الجبال، وعلى مقربة منا ، كان هناك جدول يترقرق، مصدرا خريرا في انحداره عبر صخور المجرى الحصوية، وينثر رشاشه على الصخور المائلة في ضوء الشمس، فجئنا على الأرض لنشرب منه بأيدينا، وكان الماء باردا وصافيا ومنعشا ، وأخذنا ننثره على وجوهنا ، ونتخلل به شعرنا ، وبعدئذ عدنا مجهدين عبر المنحدرات الخشبية في ظلال الأوراق المبرقشة التي كانت تتراقص حول أقدامنا، لنرى من أين ينبع ذلك الجدول، وجاءت الإجابة حول منحني في الجدول: فقد كانت تترقد في الماء جثة نصف متعفنة، تشبه قربانا مزخرفا، يحملق المحجران الفارغان لعينيها في السماء ، ويطن الذباب حول الفجوة التي كان يسكنها المخ ، مع خيوط من الأمعاء المتعفنة وخصلات خيوط من الصوف المتعفن ، تتماوج في الماء ، وسرعان ما تحول طعم شربة الماء في فم كل منا إلى طعم آخر بعد هذا المنظر .

وتساءلنا ، هل أصبنا بالدسنتاريا؟ وهل كان الماء مسمما وملينا بالجراثيم؟ بالطبع، لم يكن ذلك صحيحا، فالماء الذي شربناه، على مقربة من أسفل الجدول كان نقيا تماما، لأننا نعزو نقاوة الماء، ليس إلى حقيقة أنه لم يسبق للميكروبات أن لمستته، بل لأنه مسكون بهذه الميكروبات. فوجود الميكروبات في الماء هو الذي أحاله خاليا من الجراثيم. فالميكروبات تتباين أنواعها ، ولكن الأغلبية السائدة منها ليست ضارة للحياة الإنسانية، وهي متخصصة في تنظيم بيئتنا، والمحافظة على سيرها في مجراها الطبيعي ، فليس هناك «توازن» للبيئة ، وإنما ينتج التعادل الذي نراه عن الحرب المستمرة بين المجموعات المتفاوتة ، ودعنا نضع عدسة على جدول جبلي لنشهد ما يحدث ، لأن البيئة تعتمد على ميكروبات التحلل في التخلص من المواد الميتة في بقايا الشاة ، فهي تتكاثر

بأعداد ضخمة، مستخدمة الإنزيمات فى تكسير الأنسجة وتحليلها إلى مكوناتها الأولية البسيطة ، وتستمر فى التكاثر، فتبنى خلاياها من المواد الخام التى تعيد استخدامها .



شكل (٢٢)

الحيوانات الدقيقة «فورتيسلا» تنقى الماء

قد يجعلك وجود الميكروبات فى الماء تستنتج أن الماء يمكن أن يكون خطرا على الصحة، ولكن على العكس من ذلك فإن الميكروبات هى التى تنقى الماء ، فهذه الكائنات الدقيقة تدفع تيارا من الماء خلال الخلية بمساعدة أهدابها التى تشبه الأسواط ، وتندرج البكتريا فى الماء لتؤكل كغذاء، وتبلغ أعداد هذه الكائنات آلاف الملايين فى مرشحات الماء البيولوجية ، سواء كانت هذه المرشحات كبيرة الحجم أو حتى صغيرة فى خزانك المنزلى .

وفجأة يصبح الماء الذى يأتى من موضع الشاة غنيا بهذه البكتريا، بينما يجرفها تيار الجدول بعيدا عن الشاة، وتبقى الميكروبات الأخرى متصلة بتلك الصخور والحصى ، فتتغذى بواسطة دفع تيار مستمر من الماء خلال فتحة الخلية أو يستمد تيار الماء استمراريته بفضل الطاقة التى تغذى الضربات المستمرة للأهداب التى تنتظم فى

إيقاع يشبه تحت المجهر موجات الهواء وهى تمر عبر حقل من القمح، فتتغذى الميكروبات المنظفة للماء على نفس نوع البكتريا التى تتكاثر الآن فى جسم الشاة، وكلما زاد إمداد البكتريا، كلما كان تكاثر تلك الميكروبات الهدبية أسرع ، وتكون نتيجة تلك الأنشطة ، أن الماء القادم من عند الشاة يكون نظيفا على بعد ياردات قليلة من هذه الشاة من البكتريا، ومرة أخرى أكثر صفاء وأمانا . وتتغذى الكائنات الأكبر حجما على تلك الهدبيات ، وهذه الكائنات الأكبر حجما بدورها تأكلها الأسماك ، وبذلك - بمرور الوقت بعد تحلل الشاة - عندما يصطاد أحد الصيادين المتحمسين سمكة فى الموضع أسفل التيار بعد موضع الشاة ، فإنه إنما يمسك بين يديه البروتين من تلك النعجة التى كانت فى أعلى التيار والتى تم تدويرها فى الطبيعة بكفاءة .

وقد يذكر هذا بالشعر البريطاني القديم الذى يمكن تلخيص معناه فى أن «الدود يأكل الميتة ، والبط يأكل الدود، والفلاحين بدورهم يأكلون البط ، فهم يأكلون الميتة ويستعيدون أنفسهم» وهذا فهم دقيق لعملية التدوير فى الطبيعة .

ويمكننا الآن أن نضيف الدور الحاسم الذى تلعبه الميكروبات فى هذا الشأن، فهى التى تقوى إطلاق طاقة الحياة على كوكبنا، بالضبط، كما حدث فى تنظيف المياه التى جرت خلال الجثة المتحللة للشاة فى ذلك الجدول الجبلى .

وهناك مثل مألوف غالبا فى أخبار تلوث البحر المتوسط، فهو محاط بأقدم الجبال تطورا فى العالم ، وتصب فيه كل يوم بلايين الجالونات من مخلفات الصناعة والنفايات الأدمية ، وهو لهذا يعد أكثر البحار تلوثا فى العالم ، ولكن ، انظر إلى الشواطئ المشهورة المخصصة لقضاء العطلات، فستجد قصة مختلفة ، إذ أن الإشراق البراق يُظهر أن البحر نفسه يتجدد، فتكون الرؤية تحت سطح الماء صافية إلى درجة خرافية، وتظهر الصور التى تؤخذ خلال تلك العطلات السواح وهم ينعمون بمياه زرقاء صافية، وبذا يعرض البحر المتوسط كيف تعمل الميكروبات بأعداد لا تحصى ضد التلوث الإنسانى للبيئة، فتستهلك النفايات وتعيد استخدامها، ولكن دور الميكروبات محذوف غالبا من المعادلة ، وطالما تركت ميكروبات البحر المتوسط لتقوم بالعمل الذى تمليه طبيعتها، فستعمل على منع التلوث بكثير مما نصبه فى هذا البحر . وحيث إن الميكروبات لا تزال تحوز النظم الأيضية التى تتواءم مع ظروف الأرض البدائية، فكثير منها يعتمد على الكيماويات التى نفكر فيها على أنها سموم ، تجد تلك الميكروبات نكهة

فى غذاء من السيانيد مثلا، أو تعيش على الأمونيا (النشادر). وصحيح أننا نصب كميات ضخمة من النفايات الإنسانية فى المياه الصافية ، ولكن البحر المتوسط كان يتعامل مع البراز منذ أمد طويل من قبل أن يبدأ الناس فى إظهار اهتمامهم بالمشكلة، فالبحر المتوسط يحوى كل ما يلقي فيه ما على الأرض الجافة من آثار الإخراج الحيوانى ، حيث تقوم الأعداد الهائلة من المخلوقات البحرية بهضم كميات لا تحصى من البراز كل ثانية من اليوم، وهناك ميكروبات بكميات وافرة تتغذى على هذه النفايات وتعيد استخدامها على صورة يمكن أن تستغل بأشكال أكبر من الحياة . وإذا استطعت تخليص البحر من ميكروباته، فسرعان ما يصبح حساء كيميائيا ملوثا وساما، وكننتيجة للمجتمعات الميكروبية ، فإن النفايات التي تلقى من خليج نابولى تنتهى على هيئة طعام بحرى يقدم على الأطباق ، وتعتمد كل الحياة فى البحر المتوسط على العطاء المستمر من الكيماويات الآتية من الأرض، فإذا حملنا مصبات الأنهار بكميات ضخمة من الزئبق، مثلا، فسنستمر فى المخاطرة بتسميم الناس، وإذا سمحنا للماء القريب من محطات الطاقة الذرية بأن يتلوث بالنفايات الذرية ، فإن هذا سوف يكون خطرا على الأطفال الذين يلعبون على الشاطئ .

وقد نشرنا من قبل وكانت منظمة الصحة العالمية قد قامت بإجراء دراسة على التسمم بالزئبق فى المناطق البعيدة فى البرازيل، وخلصت إلى أن الناس يمكن أن يعانون من تدمير الجهاز العصبى، حتى لو كانت معدلات الزئبق أقل من تلك المعروفة بأنها آمنة ، كما ظهر أن أجسام أفراد القبائل الذين يعيشون فى الأمازون، أسفل تيار النهر المار بمناجم الذهب، تحتوى على كميات متراكمة من الزئبق فى شعورهم ، فاستخلص الباحثون فورا أن المعدن السام قد تسرب إلى تلك البيئة عن طريق غسل الذهب الذى كان يقوم المنقبون باستخراجه . وتزامن ذلك مع اكتشاف تسرب ١٣٠ طنا من الزئبق سنويا إلى البيئة من خلال عمليات التعدين، وكان هذا الزئبق قد استخدم بواسطة عدد قدر بمليون منقب مختبئين فى الغابات، أملين فى تحقيق آمالهم فى الثراء ، فهل انتهت القضية؟ كلا، لم تنته تماما ، فكما اكتشف الكاهن المبجل «جون نيدهام» فإنك تحتاج إلى المزيد من البحث لتؤكد أى اكتشاف أولى مثل هذا .

كانت المشكلة الرئيسية أن التسمم بالزئبق وجد على بعد مئات الأميال فى اتجاه تيار مجرى النهر، ولذلك ، أجريت قياسات على مستوى الزئبق فى الماء ، وسرعان ما وجد أن كمية الزئبق فى عينات المياه المأخوذة من النهر بالقرب من مناجم ذلك

العنصر ، كانت مساوية لتلك التي أخذت على بعد ثلاثمائة كيلومتر قرابة مائتى ميل) من المناجم .

وكانت الكمية الكلية من الزئبق فى البيئة أكبر بكثير من كميته الكلية التى استخدمها المنقبون عن الذهب ، فلم يكن مصدر تلك الكميات عمليات التعدين على الإطلاق، ولكنه كان نتيجة لنزع أشجار الغابة، فقد أدى قطع أشجار الغابة المطيرة إلى تعرية التربة وجرفها بواسطة الرياح المطيرة، حاملة طينا موحلا إلى الأنهار غسلته فى الماء الجارى فى اتجاه تيار جريان النهر . وبطبيعة الحال، كان الزئبق موجودا فى التربة حيث كانت الميكروبات تحتمل وجوده بدرجة كبيرة ، وكان مثبتا فى التربة بعيدا عن وسائل الإضرار بالناس، ولكن تعرية التربة غسلته كله فى الماء وسممت آلاف من الناس . وقد قام علماء منظمة الصحة العالمية بقياس مستويات الزئبق فى شعر سكان القرى ، وبعدئذ أعطوهم اختبارات مرئية مهارية، وقد ظل مستوى الأمان المقبول لسنوات طويلة بالنسبة للزئبق ٥٠ جزءاً من الزئبق فى المليون، ولكن بين هذا البحث أن سكان القرى الذين تعرضوا لمستويات أقل من الزئبق كانت لديهم صعوبات فى رؤية التفاصيل الدقيقة على لوحات اختبار قوة الإبصار، وكانت المشكلة نسبية بالنسبة لمستويات الزئبق التى يتعرض لها الفرد ، وقد نصح الباحثون - على المدى القصير - سكان القرى - بالتوقف عن تناول الأسماك المفترسة التى تراكمت فيها مستويات عالية من الزئبق ضمن مراحل فى سلسلة الغذاء التى سبق ذكرها . والأكثر أهمية من هذا على المدى الطويل - أن يوقف تدمير الغابات المطيرة ، فالبرازيل تدمر سنويا ما بين ٢٥ و ٥٠ ألف كيلومترا مربعا (حوالى ٢٠ ألف ميل مربع) من الغابات المطيرة، ومع ذلك، فمن الواضح أن الميكروبات فى تربة الغابات قد وجدت طريقة للتخلص من الزئبق الذى يمكن أن يؤدى اتلافنا للنظام البيئى إلى الإخلال بهذا النظام. وفى نفس الوقت، فلم تكن الإجابة السهلة بأن الزئبق المستخدم بواسطة منقبى الذهب الشرهين، لا بد وأن يكون قد سبب تسميم الناس - هى الإجابة الصحيحة - وإنما قطع الغابات ، والإخلال بالنظام البيئى الثابت ، هو الذى حرر الزئبق الموجود طبيعيا ودفعه إلى الأنهار ، ونحن ندين بسلامتنا البيئية إلى نظم الطبيعة التى ندمرها ، معرضين أنفسنا للأخطار .

وقد حصلت منظمة الصحة العالمية على رقم خمسين جزءاً من الزئبق فى المليون ، من دراسات على أكبر قدر من الخطورة ، سببها وجود الزئبق فى البيئة ، وقد تم تقدير هذا الرقم على أثر الانبثاق الرهيب لمرض «المينياماتا» فى اليابان منذ الثلاثينيات من

القرن العشرين، حيث أدى الانتشار السريع للصناعات الكيماوية في مدينة «مينيماتا» باليابان إلى استخدام الخليج القريب كمقلب لقمامة المصانع ، وتم صب مستويات مرتفعة من الزئبق في الخليج ، فسرعان ما تحملت النظم البيئية التي تعمل على التخلص من الزئبق بأكثر من طاقتها، وبدأ الزئبق يظهر في الأسماك ، وكلما كانت الأسماك أكبر في الحجم ، كلما ارتفع تركيز الزئبق بها .

وفي خلال الخمسينيات من هذا القرن تم تسجيل وباء جديد بين مجتمعات الصيادين التي كانت تتجمع على الشاطئ، فقد ظهرت عليهم أعراض طائفة من الأمراض العصبية ، من ضعف الأطراف الذي سبب لهم صعوبة في المشي وخذلا في تلك الأطراف ، بينما فقد بعضهم سمعه، والبعض الآخر بصره ، وبدأ الكثير منهم يتلعثم في الكلام ، البعض منهم يتصرف بغرابة ، فأحيانا ينفجر ضاحكا لونها سبب ظاهر ، وأمكن تشخيص السبب خلال الستينيات من القرن العشرين ، بأنه تسمم من الزئبق الموجود في البيئة ، وأغلقت المنشآت الصناعية التي اتهمت بالتسبب في هذا التسمم، وقد وضعت هذه الخبرة المأساوية الحدود المقبولة مستقبلا للتلوث بالزئبق ، ولكن أظهرت الدراسات التي أجريت في الأمازون، أن تلك الحدود المقبولة مهلهلة جدا ، ومن الواضح ضرورة إجراء المزيد من البحوث عن الطريقة التي تعالج بها الميكروبات سموم تلك المعادن الثقيلة، كالزئبق في البيئة - وينبغي علينا أن نبذل عناية أكبر في المستقبل قبل أن نفسد النظم البيئية المستقرة، فبينما يعاد مسبقا تشجيع جيد لجنازة الأسباب التي تمنع تدمير الغابات المطيرة، فإن المخزون السام من المعادن الثقيلة في البيئة، قد يكون واحدا من أقوى الأسباب لهذا المنع على الإطلاق ، فالزئبق يمكن العثور عليه في مناطق عديدة من العالم، ومستويات ميثيل الزئبق (المسئول عن كارثة مينيماتا، تسبب نفس الشيء قبل ذلك في بحيرات شمال أمريكا واسكندنافيا .

تنشط الميكروبات في العمل بكل مكان من العالم، حيث تهيئها جيناتها لمواعدة إعادة الاستفادة من المخلفات العضوية (تدويرها) ، ويشكل سد الفجوات الأرضية أحد أشهر وسائل التخلص اليومي من كميات القمامة الضخمة ، ويبدو أن ذلك يتمشى تماما مع المنطق ، فهناك فجوات كبيرة في سطح الكرة الأرضية ، حيث اقتلعنا الصخور واستخرجنا المعادن الخام، كما أنه توجد أراض منخفضة معرضة للفيضانات المائية يمكن أن تستفيد من رفع مستواها على مدار حقبة قليلة. ويبدو أن ملء هذه

المساحات المنخفضة المستوى بكميات من النفايات غير المرغوبة ، هو الطريقة المثلى لحل هذه المشاكل دفعة واحدة ، ولكن ما الذى يحدث لهذه النفايات بعد دفنها؟ يبدو أنها ستختفى ببساطة عن الأنظار - ولكن على العكس تبدأ المرحلة الأكثر نشاطا وإنتاجا من وجودها، فمنذ اللحظة التى تنبذ فيها هذه النفايات، تحتل الميكروبات أى مخلفات عضوية فى تلك القمامة ، ليس فقط فى مخلفات الأغذية، ولكن أيضا فى الورق والخشب، ومواد التغليف والورق المقوى، بحيث يختزل كل ذلك إلى كتلة عجينية طرية. وتتكسر معظم المخلفات المعدنية وتختزل لصورة مؤكسدة ، وحيث إن المواد البلاستيكية مصنعة، فلا توجد حتى الآن ميكروبات تستطيع التغذى عليها ، ولكن العديد من صانعى البلاستيك ينتجونها على صورة مرنة ليسهل تكسيرها ، وتصبح معظم المخلفات البلاستيكية التى تتضمنها الكتلة العامة للمواد العضوية التى تسكنها الميكروبات سهلة التفتيت، وإذن فما الذى يحدث بعد ذلك ؟ نظرا لأنه قد تم إيجاد الكثير من مكونات بيئتنا عن طريق الاتحاد أو الاندماج، مثل الماء والكربون، وحيث قد تعودنا فى هذا الكتاب على رؤية المواد العضوية تتكسر غالبا لتكون ثانى أكسيد الكربون والماء ، وهذا ما يحدث فى شعلتك ، أى أن هذا هو الذى يحدث لك ، ولكنه لا يحدث عند ملء فراغات الأرض، فهناك الكثير جدا من المواد التى ينبغى تحللها ، مع قلة الأكسجين المتاح لهذا الغرض، مما يؤثر تأثيرا قليلا على المجتمعات الميكروبية التى تنتهز الفرصة لكى تتكاثر أنواعها التى لا تحتاج الأكسجين - أى البكتيريا اللاهوائية - بسرعة ، والتى لبعضها قرابة للأصناف التى كانت موجودة قبل أن يوجد الأكسجين فى الهواء. وبدلا من ثانى أكسيد الكربون ، تنتج هذه البكتيريا غازا مختلفا، هو الميثان، (غاز الاستصباح) المعروف باسم (الغاز الطبيعى) والذى يعرفه مجتمعنا الحديث ، يرقد على هيئة خزانات كبيرة تكونت بفعل تكسر المادة العضوية فى بيئة خالية من الأكسجين بفعل ميكروبات تأقلمت على أداء هذا العمل ، وهذا هو ما يحدث (على مستوى أصغر بكثير) فى العمليات الحديثة للملء الفجوات الأرضية .

وتعتمد بعض السلطات المحلية إلى استخدام الميثان والانتفاع به كوقود ، فكانت توجد فى ألمانيا الشرقية مواقع لملء فجوات الأرض مغطاة بالتربة وخشب الأشجار المخروطية مما يجعلها بيئة محببة للمجتمعات الميكروبية المحلية الوفية لتاريخها ، بغض النظر عن رؤوس الأنابيب التى تبرز من الأرض نتيجة للصيانة الموسمية للغابة . وترتبط هذه الأنابيب معا فى شبكة من المواسير المثقبة تنتشر عبر المخلفات قبل انتهاء القلب

بسطح الأرض، وبينما تتكسر القمامة وتنتج الميكروبات الميثان الذى يجمع فى الأنابيب ويستخدم كوقود ، وتواجه الأمم التى لا تمارس هذه العملية مشاكل عديدة ، أولها إهدار كميات كبيرة من غاز المخلفات كان من الممكن الاستفادة منها، وثانيها التعرض لخطر الحريق الناجم عن تسرب هذا الغاز (الميثان قابل للاشتعال بدرجة كبيرة) وأحيانا يتفجر مشتعلا بدون مصدر خارجى للنيران، كما قد تتسرب فقاعات منه من الأراضي الندية أو من الدبال فى البرك. وحينما تلتقط النار عرضا ، فإنها تنتج لهيبا خافقا يرى من مسافات شاسعة ويعرف باسم «الوهج المستنقى» وهو معروف جيدا للناس الذين يعيشون فى مناطق المستنقعات، ويشكل أحد مصادر الأساطير التى تتناول الأشباح ، وقد يبدأ تسجيلها ثانية فى مواقع ملء الأرض)، وثالثها أن الميثان غاز ينتج فى الصوب بكثرة ويضيف كثيرا إلى مستويات تلوث الهواء التى سيكون على الأجيال القادمة أن تكافح آثاره. وعلينا أن نتعرف كذلك على قيمة المخلفات المنزلية ، ونميز بينها وبين تلك الناتجة عن الصناعة ، فمعظمها يمكن أن يتم تحلله بالبكتريا ويستخدم كمصدر للطاقة . وإذا تعلمنا التعامل مع عالم الميكروبات، فسوف نبتكر مصدرا جديدا من الطاقة المتجددة ، وربما نجد طرقا أخرى لإعادة استعمال (تحويل) المواد التى نتخلص منها بصفة منتظمة. ويشكل كمر المخلفات النموذج الشائع لذلك، حيث تكسر الميكروبات تلك المواد العضوية فى المخلفات لتكوين السماد الكمور ، الذى يشكل مصلا مثاليا للتربة ، وفى هذا السياق ، فالميكروبات تحلل فقط ما يأتى من الطبيعة .

وينبنى الكثير من حضارتنا على التحكم فى الميكروبات وإبطال نشاطها فيما لا يوافقنا، فحينما يتطلب الأمر التخلص من القمامة، فيحسن بنا أن نتعاون مع هذا العالم غير المرئى . وسوف تكون الوفورات كبيرة جدا نتيجة لتوليد المواد المستصلحة والتقليل فى تكاليف المواصلات وتحقيق المستويات الأقل من التلوث، فضلا عن ابتكار منتجات جديدة .

طالما وظفنا الميكروبات - بدون أن نعرفها - فى تنقية مياه شربنا، فالميكروبات الهدبية التى قامت بتنقية مياه الجدول الجبلى تنمو طبيعيا فى قيعان الجداول ، وهذه هى التى استخدمت فى معاملة مياه الشرب، وفى الحقيقة، فإن وجودها لا يعلمه إلا قلة من المندeshين .

ويشكل المرشح الرملى البطيىء أحد الطرق التقليدية لمعاملة المياه، وفيها تتم تجربة المياه على سطح بركة ضحلة واسعة تحتوى على طبقة من الرمل فوق أخرى من الحصى وقوالب الطوب المثقبة ، وعند تثبيت هذا النظام تتم تجرية الماء من أسفل الرمل

متحررا بذلك من الجراثيم التي كان يحتويها في الأصل ، وإذا قبضت بيدك على الرمل ، فسوف تحس بلزوجة ملمسه، مما أدى إلى الظن بأن الماء قد احتوى على مواد عضوية احتجزت في حبيبات الرمل، وهذا غير ممكن ، إذ أن الاعتراض الرئيسي على هذه الفكرة هو أن الفراغات البينية التي تفصل حبيبات الرمل عن بعضها أكبر بكثير من حجم الجراثيم المفترض أنها رشحت للخارج. ولما كان حجم حبة الرمل أكبر من حجم الخلية البكتيرية بمليون مرة، فليس لك حق أن تأمل في أن طبقة من الرمل تستطيع أن تصور الحالة على أن الجراثيم استقرت ببساطة على سطح الرمل ، ولكن مرشح الرمل البطيء هذا يعمل فقط حينما يسيل الماء لأسفل خلال طبقتي الرمل والحصى، وهنا يقدم المجهر الإجابة ؛ فكل حبة رمل في المرشح تستعمرها بسرعة المخلوقات الهدبية التي تتغذى على البكتيريا. ومع تحرك الماء لأسفل خلال الطبقة ، تسحب هذه الخلايا الصغيرة المتقرحة اللون نوامة من الماء خلال أفواه خلاياها ملتزمة كل بكتيريا صغيرة وهضمها كغذاء، ويقدر ما تتكاثر هذه الهدبيات ، تنقص أعداد البكتيريا من الماء، وتمثل الحيوانات اللولبية مثالا نمطيا للكائنات التي تنقى الماء الملوث عن طريق التغذية على البكتيريا ولديها جسم يشبه الجرس على ساق مغزلي ، وهذا الساق يمكنه الانقباض فجأة، يعود بعدها إلى طبيعته ممتددا في اتجاهات مختلفة، ويحدث هذا عندما ينتهي من استنزاف الغذاء في ناحية معينة من الماء فيقفز إلى اتجاه آخر ، ولديه استجابة يستخدمها للهروب من الخطر. فإذا أتى أحد براغيث الماء يتخبط فإن الساق يرقص للخلف ويأتي ببرغوث الماء وبمساعدة بعض الحظ يصبح هذا البرغوث وجبة شهية . وللحيوان اللولبي (الفورتيلا) حلقة من الأهداب حول الفم الذي يشبه الجرس، تعمل على دوران تيار من الماء في داخل فم الخلية وخارجه مرة أخرى ، وتهمل الخلية أي جزيئات غير مرغوبة (حبات رمل أو تراب صغيرة)، ولكن أي شيء حي آخر مثل البكتيريا، فإن الحيوانات اللولبية تلتهمها وتمر إلى البلعوم في طريقها إلى السيتوبلازم ، وعندما يكتمل الهضم تتخلص من أي بقايا .

وعندما يكون الماء الذي يجري ترشيحه غنيا جدا بالبكتيريا، فإنه يلزم تغيير طبقة الرمل وإحلال أخرى جديدة محلها، لأنها تصبح مسدودة بنموات كل من الحيوانات اللولبية والكائنات الأخرى التي ترافقها. وقد علمت الخبرة الطويلة للقائمين على تشغيل هذه المرشحات نوع رمل الإحلال المطلوب استخدامه ، وكيفية ضبط الإمداد المائي والعمق اللازم لطبقة الرمل ، وعقب خصخصة صناعة الماء البريطانية بقليل ،

استخدمت طبقة من الرمل أقل سمكا مما يجب للحصول على مياه نقية، وكانت النتيجة ترك كمية كبيرة من الماء ملوثا بالميكروبات ، الأمر الذي كان يمكن لشخص متمرس أن يتجنبه .

ومن أكثر أمثلة التلوث البيئي وضوحا فى عالمنا الحديث بقع زيت البترول ولا تزال صور التلفزة لحياة الطيور الغارقة فى البترول وللثدييات البحرية المكافحة تسافر حول العالم . يثير هذا التلوث مشاعر قوية بالاشمئزاز، وكما أن لزوجة الزيت معروفة جيدا لكل منا ، فطبيعته التى يمكن إزالتها مألوفة لكل من حاول غسله من الأيدي بعد إصلاح آلة أو إزالته من السراويل القصيرة عقب الجلوس على شاطئ ملوث ، ولكن حينئذ فالميكروبات كانت تتعامل مع زيت البترول منذ مئات الملايين من السنين التى هى أطول من أعمارنا ، وكما يمكنك أن تتوقع، فإن أعمار هذه الميكروبات تتطابق مع عمر زيت البترول أيضا ، فلأن زيت البترول قديم ، فهناك أنواع عديدة من الكائنات يمكنها أن تمثله فى خلاياها، من ضمنها جنس البكتريا الذى يعطينا المضادات الحيوية (الأكتينومايسين) والبكتريا المسببة لمرض السل و جنس البكتريا الذى يسبب عدوى المستشفيات . وكما يمكن أن تتوقع، فبعض بكتريا الكبريت القديمة تعرف بأنها تحلل زيت البترول .

وفى خلال حرب الخليج ضد العراق انتشرت مقولات أن تسرب زيت البترول فى البحر قد يسمم مياه الخليج لعدة قرون، ولم يؤيد هذا الرأى لأسباب غاية فى الوضوح، حيث تقضى هذه الأسباب بأن زيت البترول كان قد ضخ إلى السطح منذ ملايين السنين، وهذه هى المنطقة التى يكون البحر فيها دافئا (مما يشجع على النمو البكتيرى) ، وكذلك غير عميق (مما يساعد على توفير إمداد من الأكسجين أفضل من الممكن فى مياه أعمق) ، وهناك تجمعات ضخمة من الكائنات موجودة مسبقا فى المنطقة، حيث قامت باستخدام ذلك الزيت كمصدر للطاقة ، منذ عهد أسبق من الوجود الإنسانى . وقد عرف التسرب الطبيعى لزيت البترول فى الخليج بواسطة القدماء، وكانوا يحرقونه كوقود، وحيثما كانت طبقة الزيت أرق كانت تتبخر تاركة خلفها رواسب ساخنة من الأسفلت، الذى درجت المجتمعات المحلية من السكان منذ عهد بعيد على تقليد مؤداه أن تصنع نماذج من هذا الأسفلت قبل أن يبرد ويتصلب وإلى يومنا هذا ، يشتري الزائرون زينات سوداء اللون تم تشكيلها باليد بينما كان الأسفلت لا يزال طيعا ولينا .

وقد تم تقدير المدى الحقيقي لغمر الخليج بزيوت البترول بناء على تصديق جامعي التبرعات، فالكميات المسفوحة في البحر من زيت البترول في ألاسكا من شركة إكسون فالديز في عام ١٩٨٨ بلغت ثمانية وثلاثين ألف طن (أحد عشر مليون جالون) ، لوشت أكثر من ألفين وأربعمائة كيلومترا (ألف وخمسمائة ميل) من الخط الساحلي للشركة التي كان عليها سداد ثلاثة بلايين دولار أمريكي بالإضافة إلى غرامة تصل إلى ٥ بلايين دولار أمريكي. وفي أوروبا ، نجم عن كارثة توري كانيون في ساحل الكورنيش عام ١٩٦٧ أن تسرب إلى المياه ما جملته مائة وواحد وعشرون ألف طن (خمسة وثلاثين مليون جالون) من زيت البترول ، كما أدى تحطم الناقلة «أموكو كاديز» عند الساحل الفرنسي في عام ١٩٧٨ إلى تسرب مائتين وخمسة وعشرين ألف طن (خمسة وستون مليون جالون) إلى الخليج الإنجليزي ، ولن يعرف أبدا المدى الكامل لتأثير كارثة الخليج ، ولكن أكثر من ثلثمائة وخمسة وأربعين ألف طن (مائة مليون جالون) أريقت في البحر. وقد شوهدت قطعان كبيرة من الطيور البحرية كالغاق والكروان وصائد المحارة والطيطوى أحمر الساق تتخبط في الماء، بينما تسممت مستعمرات من خراف البحر ومجموعات من السلاحف البحرية، وبدأ موت الدرافيل، ولكن بمضي الوقت انتشرت التقارير في العالم بأن الميكروبات البحرية كانت قد بدأت في إعادة استخدام زيت البترول وتحويله إلى مركبات غير ضارة، وأدى عمل هذه الميكروبات إلى استعادة واسعة النطاق للحالة الطبيعية لمياه الخليج التي أفسدها زيت البترول في زمن قياسي. وإلى يومنا هذا، توجد رواسب جامدة على طول علامة المد العالي ، تنضم إلى الرواسب الأخرى التي يرجع تاريخها إلى آلاف السنين. ولكن الرواسب الزيتية في البحر كانت قد اختفت حيث فاق معدل رجوع مياه الخليج إلى حالتها الطبيعية كل التوقعات .

وحتى لو أن هناك عدوان على البيئة، فلم يكن الأكبر طول الوقت ، فقد انفجر بئر زيت البترول التابع لشركة إيكستون - ١ في حقل كامبيشي في يونيو ١٩٨٩، والذي صب أكثر من خمسمائة ألف طن (مائة وخمسة وأربعين مليون جالون) من الزيت الخام في خليج المكسيك في يونيو ١٩٨٩ وامتدت لزوجة الزيت الناتج لأكثر من ستمائة وخمسين كيلومترا (أربعمائة ميل). ولسنا بحاجة إلى القول بأن عالم الميكروبات أتى لإنقاذنا، حيث تغلب على تهديد البيئة الذي كانت هذه الكارثة تمثله . وفي السنوات الحديثة رأينا حوادث أخرى مماثلة على ساحل وست ويلز، وشهدنا حطام الناقلة على السواحل الصخرية لشيتلاند . وهناك تسربات بترولية مستمرة من المكسيك وعبر

الشرق الأوسط ، ولكن الانطباع الأجدر بالملاحظة الذي اكتسبته من زيارة المواقع الكبرى لتسرب زيت البترول، ليس بما خلفته من الموت والدمار، ولكن بشعور غلاب بأن الحالة الطبيعية، فنحن نأتى ونرش البحر بالمنظفات (المعروفة الآن بقتلها للحياة البرية لعدة أميال حولها) ، وحينئذ نتحسر على قتل الحياة البرية، ولكن الميكروبات تستطيع إزالة زيت البترول وإعادة البيئة إلى حالتها الطبيعية، حتى لو لم نفعل شيئاً، ومعظمها من الأنواع التى لم يتم فهمها جيداً، وسوف يكون واضحاً أن أفضل ما يمكن عمله فى هذا الشأن هو رش مركبات تنشط عمل هذه الميكروبات، بدلا من إفساد النظام البيئى عن طريق استخدام الكيماويات . ويشكل هذا مدخلا جديداً، ولكن من ذا الذى يسمح لنا بأن نتعامل مع قوى الطبيعة للاستفادة منها بدلا من محاولة تدميرها. وتعد حادثة شيتلاند النموذج الأجدر بالملاحظة على سرعة استعادة الحالة الطبيعية للبيئة ، فعند وقوع الكارثة أفادت التقارير الرسمية أن تلك المساحات قد تصبح خربة وأن التوازن البيئى قد فقد إلى الأبد ، ولكن كانت الميكروبات قد بدأت فى العمل، ففى خلال أسبوع من الكارثة تبخر كثير من زيت البترول المتسرب وتوزع الباقي فى المحيط حيث هضمته الميكروبات التى عاشت منذ أزمنة سحيقة فى البحر .

توجد بعض التقنيات التى كانت مستخدمة من قبل ، والتى يمكن بها توظيف الميكروبات لصالح الإنسان ، ويتضمن أحد هذه التقنيات إغراق بئر البترول العائمة فى قاع البحر، عن طريق ملئها بسليكون معاملاً برماد طيار، فيقاوم الرماد الماء لكى تظل البئر عائمة حتى يتحد هذا الرماد مع زيت البترول ، وحينئذ ، ولأن المركب الناتج عن اتحاد الرماد والزيت أكبر كثافة من ماء البحر، فإنه يغطس إلى قاع البحر، ويعنى اندماج الميكروبات فى ذلك الرماد أن يبدأ تحلل الزيت سريعاً ، وهذه فكرة مغرية لأول وهلة ، ولكن كتل الزيت الغارقة تفرض بدورها مشاكل على مستخدمى البحر الآخرين ، بما يعنى مثلاً أن يصبح الصيادون غاضبين من سكب حمولات من الزيت نصف المهضوم، بينما كانوا يأملون فى اصطياد الأسماك .

هناك نوع من البكتريا استخدم للمساعدة فى تنظيف ناقلات البترول وهو (سيدوموناس بوتيدا) الذى يتميز بشهية طبيعية لزيت البترول تستطيع بعض سلالاته التى طورت أن تهضم أكثر المركبات غير الشهية ، بما فى ذلك النفطالين والكافور ، فيمكن رش مزارع هذه الكائنات على الخزانات الفارغة للناقلات لتكسر عدداً من الرواسب . وقد كانت توجد خطط لاستخدام الميكروبات لتخفيف قوام زيت البترول

فيسهل استخراجها، مثل «بكتريا الكبريت العسوية» التي يمكنها أن تستعيد المعادن من خامها المنخفض الرتبة ، ومن الممكن استخدام مزارع لمهاجمة رقائق الفلّين غير المستعملة والملوثة بالقطران، لكي يمكن استرجاع الزيت الأقل كثافة منها . وفى بعض التطبيقات يتم دفع الماء فى آبار البترول أثناء استخراج الأخير ، وتساعد هذه الطريقة عندما يكون الماء لزجا بعض الشيء، ويوجد ميكروب يسمى «زانتوموناس» ينتج مادة مخاطية تعرف باسم «زانتان» تملك الخواص المناسبة تماما لرفع لزوجة الماء المحقون فى بئر البترول. وإلى هذا المدى تستفيد صناعة البترول من الميكروبات فى زيادة كمية البترول المستخرجة من البئر، فهل توجد فى المستقبل إمكانات أكثر من هذه الكائنات لرفادة صناعة البترول؟ وكما يمكن أن نتوقع، فلم تضيق الميكروبات وقتا فى استغلال الطريقة التى نستخدم بها منتجات البترول . فمن المعروف منذ قرون أن تقطيع السائل المستخدم على الشرائح فى المصانع يسبب انسداد فراغاتها الدقيقة، فحين يتكون السائل من مستحلب زيت نظيف فى ماء مرشح بعناية فهو يشكل بيئة مثالية لنمو الميكروبات المحللة لزيت البترول ، حيث يسبب تكاثرها الانسداد، ولذلك نستخدم إضافات خاصة لوقود الطائرات، لأن الميكروبات يمكنها أن تنمو فى خزانات الوقود ، مما يسبب كوارث خطيرة ، ولهذا قامت المؤسسات العسكرية ببحث المشاكل التى تنجم عن نشاط الميكروبات فى خزانات الوقود – بحثا مكثفا، حيث إن هذه المشاكل يمكن أن تعقب آثارا استراتيجية. ويعنى المنقب عن البترول بالطريقة التى تستطيع بها الميكروبات أن تشق طريقها خلال المعدن الصلب ، فيمكن أن يتم تدمير أنبوبة من الصلب بفعل الميكروبات فى ظرف عام أو عامين، ولذلك فمن المهم أن تعمل حسابا للوجه الآخر من العملة ، فطوال الوقت الذى كنا نرمى فيه إلى تسخير الميكروبات لتساعدنا على بلوغ أغراضنا ، يمكنك أن تفترض أن الأخوة الميكروبية معدة جيدا لاستغلال تقنياتنا لخدمة أغراضها هى ، فالميكروبات تشكل فرصا كبيرة ، لابد من جمعها ، إذ لم يحدث أن جمعت معا لتكون المجتمعات المتعاونة المندمجة ، بما نسميه «الأشجار والناس»، وفى عالمنا الحديث ، تستطيع الميكروبات غالبا تطويع مستحدثاتنا لصالحها بأسرع مما نستطيع أن نستخدمها لخدمة أغراضنا .

لقد بدأنا من استخدام الأسمدة وأسماليب الزراعة الحديثة نجاحا غير عادى فى إنتاج الغذاء ، بالرغم من أن تكثيف الزراعة الآن يدمر البيئة ، وبدلا من إعادة المادة العضوية المكورة إلى التربة ، فإننا نضع فيها كميات من السماد المرتفع النترات . وفى المنطقة

المسماة فنلاند ، حول كامبريدج، حيث أقطن، يبلغ عمق التربة الدبالية مترين أو ثلاثة أمتار (حوالي عشرة أقدام) تآكسد معظمها، كما أن الأرض في بعض المساحات تحتوى على طين - ويحرثها المزارعون بانتظام - لعمق سنتيمترات قليلة (بوصة أو بوصتان) لموسم زراعة جديد. كما توجد في كهوف الصحراء رسوم مفعمة بالحياة لكساء نباتي غزير يعيد إلى الذاكرة العصور المبكرة التي كانت المنطقة مزروعة خلالها لإنتاج الغذاء ، ويجب أن يشكل هذا إنذارا لنا بضرورة مراعاة الحفاظ على مستوى المادة العضوية في التربة بحالة طيبة، الأمر الذى لا نلتفت إليه عند استخدامنا للتقنيات الزراعية الحديثة .

على الرغم من أن الميكروبات مكون هام فى التربة، فإن قليلا من الجهد يبذل لفهم كيفية التخطيط البعيد المدى الآخذ فى الاعتبار لكل عوامل الإنتاج من التربة ، فالعالم ينتج اليوم من الغذاء ما يكفى للجميع، ولا يوجد نقص فى هذا الغذاء بما يؤدى إلى التسبب فى المجاعة عبر مناطق العالم النامى ، ولكن يكمن النقص الذى نعانيه فى النوايا الطيبة. وقد حاولنا فى بريطانيا فى الثمانينات من القرن العشرين أن نصبح منتجين للغذاء ، بدلا من أن نستورده ، وأخيرا بلغنا تلك النهاية السعيدة . وكان يجب أن يكون هذا داعيا إلى الفرح والاحتفال ، ولكن بالطبع حدث العكس، فقد انتقدنا بقسوة من جانب بروكسل بسبب زيادة إنتاجنا، وكان أن حلت سياسة الإلغاء محل سياسة الاكتفاء وحتى منذ ذلك الوقت ، كان المزارعون يتلقون أموالا كثيرة لكى لا ينتجوا الغذاء . وأصبحت الجهود لنقل فائض الغذاء إلى مناطق انتشار سوء التغذية أقل وضوحا ، وتشكل الآفات الزراعية أحد أكبر الأخطار على استمرار الزراعة وإنتاج الغذاء. وقد نشأت هذه الآفات وتطورت مع حاجتها إلى عوامل جديدة ، وقد سهلت نظم الزراعة الحديثة هذا العمل أمامها، فنحن نزرع خطوطا وراء خطوط من النبات العائل، وغالبا ما يمتد هذا إلى الأفق، فيتطفل عليه نوع الآفة المتوقع أن ينتقل مسافة كيلومترا (نصف ميل) أو أكثر ، ليجد نباتا جديدا مستعدا ليعوله ومنتظرا لتطفله عليه، وهذا هو السبب فى تفشى الإصابات فى المزارع عبر العالم ، وكان ينظر دائما إلى رش الكيماويات كأفضل دفاع ضد هذا الغزو من الآفات ، ولكن المعرفة التى اكتسبت حديثا تلقى ظلالة من الشك على هذا المدخل، ففي الخمسينيات من هذا القرن كان المعتقد أن الولايات المتحدة الأمريكية تستطيع ببساطة أن تخلص نفسها من الحشرات ، جاعلة بيئتها أكثر بهجة للآدميين الذين يسكنونها ، وكانت هذه فكرة متغطرسة، لو أمكن

تنفيذها لمحت أكبر أمة فى العالم. تلعب الحشرات دورا هاما فى الصراع من أجل الحياة، فهى عامل أساسى فى تلقيح الأزهار اللازم لتواصل أجيال النبات حياتها ، كما تنظم الحشرات حياة الآفات ؛ التى تلحق أضرارا أكثر بالمجتمع الإنسانى، كما أن الحشرات وسائل هامة لنقل المعلومة الوراثية لمسافات بعيدة، فيرقاتها التى تشبه يرقات ذباب اللحم، تقوم بأول خطوة فى تحلل جثة الحيوان ، حتى لو كانت تلك الجثة فى مكان بعيد عن ملامسة التربة ، (وبذلك لا تكون ملامسة للعديد من الكائنات المحللة) . ومن الصعب استمرار الحياة فى عالم بلا حشرات، فسرعان ما تتهدد حياة الإنسان بالفناء ، وهناك بلا شك وظائف عديدة لا يشكك العلم حتى الآن فى قيام الحشرات بأدائها. أثارت مادة (د.د.ت) البادرة الأولى للشعور بخطر الإسراف فى استخدام المبيدات الحشرية ، ليس بسبب التأثير الطبى على الإنسان ، ولكن بسبب المشاكل التى سببتها هذه المادة للحياة البرية، فبينما نتقدم على امتداد سلسلة غذاء تتضمن هذا المركب، يمكننا أن نتصور نموذجا يبين لنا سهولة تراكم المواد غير المرغوبة فى الأنسجة؛ ودعنا نتخيل على سبيل المثال طائر البجعة التى تستهلك مئات الأسماك، وكل سمكة استهلكت آلاف المخلوقات العالقة فى الماء ، كل منها استهلكت مليوناً من الميكروبات . فإذا كان هناك شئ غير مرغوب فى الميكروبات، فسيرتفع تركيزه ، بينما نصل فى سلسلة الغذاء إلى البجعة، حتى يصبح مائة ألف مليون ، وهذه فكرة بسيطة عن كيفية تراكم مادة سامة فى الأنسجة عند كل مرحلة، إذا لم تتحلل هذه المادة بفعل الميكروبات، - وأنا أفضل أن أستخدم تعبير «قمع الغذاء» بدلا من «سلسلة الغذاء» ، (لأن التعبير الأخير يعنى تساوى الحلقات، الأمر الذى لا نجده بالضبط فى كثير من الحالات) ، بينما يتضمن تعبير «قمع الغذاء» التركيزات الضخمة التى تتراكم فى غذاء فرد جديد .

وتوضح البيانات العلمية الخطر الذى يمكن أن ينجم عن هذا التراكم ، فتكشف الأرقام المنشورة أن تركيز المادة (د.د.ت) لا يزيد عن خمسة أجزاء فى العشرة بليون يمكن أن يزيد إلى ثلاثة وعشرين جزءاً فى المليون فى نهاية الأمر فى طائر عند إعدادهِ للطعام، وهذه الزيادة تقدر بخمسمائة ألف مرة - أى خمسين مليوناً فى المائة ، كما يقال فى عالم الأعمال . وحتى عند هذا المستوى، فهناك تأثيرات قليلة على الحالة الطبية للطيور البالغة ، ولكن التأثير كان حاسما على الطريقة التى ترسب بها أملاح الكالسيوم التى تدخل فى تكوين قشور البيض ، فتصبح هذه القشور ضعيفة وسهلة

الكسر ، فكان عدد الأفراخ القابلة للحياة والتي تمكنت من مغادرة العش قليلا، وأصبح بقاء العديد من أنواع الطيور الشائعة مهددا بالزوال. وقد تضاعف تعداد السكان منذ تحريم مادة (د.د.ت) . ولكن يجب أن نتحقق من كيفية اقترابنا من خسارة بعض أنواع الطيور الهامة في بيئتنا. فمركب الملاثيون الذي استخدم على نطاق واسع في كاليفورنيا للقضاء على ذبابة البحر المتوسط التي تصيب الفاكهة ، يعرف الآن بأنه تسرب إلى الأنهار ودمر قطعان السمك المحلية ، ومن الواضح أن هناك دروسا لا يزال من اللازم على المشتغلين بالزراعة تعلمها .

يتزايد تركيز هذه السموم من خلال صبتها في «قمع الغذاء» في الطبيعة، ولكننا نحتاج مع ذلك استيضاح مقدار سمية هذه المركبات للإنسان . فقد اتضح أن مركب «الكيبون» وهو المادة الخام المستعملة في تحضير المبيدات الحشرية كانت هي السبب في مرض عدد من العاملين في الإنتاج بمصنع في هوبويل بولاية فرجينيا ، وأظهر التحقيق المكثف أن هذا المركب قد لوث نهر الجيمس الذي يمر بالمصنع ، كما تبين أن الأسماك التي في ذلك النهر تحتوى على مستويات مرتفعة من تلك المركبات، فمنع صيدها نهائيا. ومن الواضح أننا نحتاج إلى تأييد نشط لتنظيم إنتاج هذه المركبات. ولا بد لنا أن نعرف أكثر عن التفسير الحيوى للكيمائيات الجديدة التى نضعها فى البيئة. والمثل على ذلك مادة ثنائى الفينايلى عديدة الكلور (ث ف ع ك)، فهى معروفة جيدا، وكانت فى الماضى تستخدم على نطاق واسع، مما أحدث كوارث غير متوقعة ، أولاها، انتشار مرض سجل فى اليابان عام ١٩٦٨ ، ظهر على شكل تسمم ألف شخص نتيجة تناول طعام مطهو بمادة (ث ف ع ك) ، وقد استغرق البحث عشر سنوات قبل تحريم هذه المادة فى الولايات المتحدة الأمريكية. ومنذ عام ١٩٧٨ ، لم تستخدم تلك المركبات فى أى مكان فى أمريكا ، ولكن ثلث الأمريكيين لا زالوا يحملون تلك المادة فى أجسامهم . وأمكن على مستوى المعمل - حل مشكلة تلوث البيئة بمركب (د.د.ت) بتحلله حيويا بواسطة بكتريا ذات جينات تعمل شفرتها الوراثية على إنتاج إنزيمات قادرة على تكسير هذا المركب ، كما فى حالة العديد من المركبات الأخرى العضوية، ولكن هذا المركب ليس مصدر طاقة، ولذا، فليست له الأفضلية الأولى عند البكتريا، ولذلك، فتحت ظروف المعمل تزود البكتريا بمصادر غزيرة للطاقة لى تقوم بتكسير جزيء مركب (د.د.ت) ، بينما تتغذى عليه. وفى الطبيعة حيث لا تنتفع الميكروبات غذائيا من تكسير جزيء هذا المركب، فتهمله فى العادة، وهذا هو السبب فى طول فترة

أثره المتبقى فى البيئة ، فالتركيب الكيماوى للجزء هو الذى يمسك بمفتاح بقاءه فى البيئة .

أوضحت الدراسات فرقا أساسياً بين نوعين من مبيدات الحشائش هما (٢-٤-د)، (٢-٤-هـ - ث) ، فالأول قابل للتحلل الحيوى ولا يبقى له أثر فى التربة بعد أسابيع قليلة ، بينما لا يختفى الثانى. ويمكن أن يبقى فى تربة ملوثة به لبضع سنين، وسبب ذلك يكمن فى التركيب الكيماوى، فالفرق بين المركبين هو ذرة واحدة، إذ يختلف تركيب الأول (٢-٤ - ثنائي كلورو حامض الفينوكسى خليك) عن الثانى (٢-٤-هـ ثلاثى كلورو حامض الفينوكسى خليك) فى إضافة ذرة كلور إلى قلب جزئ المركب الثانى، فتشبط هذه الذرة الإضافية تأثير الإنزيمات، وبذلك يظل فى البيئة بدون تكسير. والآن، وقد أصبح بإمكاننا أن نفصل الجزيئات حسبما نرغب، فإننا نحتاج لأن نفهم بالضبط، ما سوف يحدث لمركب تم رشه فيما حولنا، فلا بد من أن تأخذ الدراسات فى اعتبارها ما يحدث بعد الرش. فعلى سبيل المثال، مبيد الحشرات المسمى (ديلدرين) يتكسر فى التربة، ولكن بمساعدة ضوء الشمس، يتحول إلى مركب آخر يعرف عادة باسم (فوسفو ديلدرين) المقاوم للهدم الحيوى فى هذه الصورة. وهذه الصورة المتغيرة من الجزئ يمكنها البقاء فى التربة لعدة سنين. فحين نفكر فى كيفية إنتاج كيماويات للمستقبل، نحتاج إلى النظر فى الطريقة التى سيختفى بها المركب، وأيضا فى التأثير الذى سيحدثه على المدى القصير. ومن حسن الحظ وجود نوع من البكتريا من جنس (سيدوموناس) يمكن أن تحوى جينات تمكنها من هدم مركب (٢-٤-هـ - ث) فى المعمل، ونوع آخر من جنس (أكتينوباكتر) يحتوى على جينات تمكنها من هدم مركبات عضوية أخرى. وقد نستطيع فى المستقبل أن نستخدم هذه الميكروبات لتساعدنا فى تقليل السموم التى كُنَّا قد وضعناها فى بيئتنا .

هناك مجال هام للتدخل ندين فيه منذ زمن قديم لأبناء العمومة ؛ الميكروبات، والصرف الصحى هو المجال الذى عنيته ، فتخيل فقط مدينتك الصغيرة فى الثامنة صباحا، حيث الآلاف من الناس يلبن نداء الطبيعة جالسين فوق آلاف المراحيض التى تهدر مياهها - بعد قضاء حاجة هؤلاء الآلاف - لتصرف فى وقت واحد آلاف قطع البراز المتجهة مع تيار المياه فى طاعة تامة .. إلى أين ؟ هذا هو السؤال الذى لا يسأله أحد .

يعد الأمريكيون أكثر المستهلكين إسرافاً في الموارد، فالطريقة الأمريكية للحياة، تعرض مثالا للأسلوب الذي يتحرك به المجتمع المتحضر، فكل يوم يتخلص الأمريكي من ٨٥ كيلوجرامات (١٩ رطلا) من الوقود البالي ، نتيجة استهلاك ١٨ كيلو جرام (٤ أرطال) من الغذاء ، بالإضافة إلى ٥٥٠ كيلوجراما (١٥٠ جالونا) من الماء (أكثر من استعمال الغسالات الآلية وغسالات الأطباق) . وهذا يجرى في المنزل الأمريكي، ويخرج من ذلك ٩٠٠ كيلوجرام (رطلان) من الغازات الملوثة للبيئة، بالإضافة إلى ١٨ كيلوجرام (٤ أرطال) من القمامة، فضلا عن ٤٥٠ لترا (١٢٠ جالون) من النفايات التي تذهب إلى بالوعات الصرف الصحي. وتحتوي مياه الصرف الصحي أقل من ٢٪ مادة عضوية فاقدة ، يصدر معظمها من وحدات القمامة التي تطحن فضلات المطابخ إلى قطع دقيقة ، والباقي عبارة عن ماء ، تلزم إعادة استخدامه بالطبع ، وهذا ما تقوم به وحدات معالجة المياه لتهيئتها ليستخدمها أشخاص آخرون . ويقال في الوقت الحاضر عن المشروبات اللندنية ، أن كوب الماء الذي تشربه قد سبق أن مر خلال تسعة أشخاص على الأقل، ويبدو أن يتغير طعمه، والبراز تركيب جدير بالاهتمام؛ فيتكون ثلثه من ميكروب القولون الذي اكتسب حديثا سمعة سيئة ، ونوع آخر رديء السمعة يعرف بميكروب القولون - ١٥٧. ولكن لا تلم المجتمع كله بسبب السلوك المنحرف لفرد سيئ. فمعظم سلالات النوع الأول غير ضارة، فضلا عن أنها تساعدنا من خلال وجودها في أجسامنا ، فالبكتريا التي تعيش في أمعائنا مسئولة عن مساعدتنا بتخليق الفيتامينات ولعب دور في هضمنا للطعام. وبكتريا القولون هامة لسبب آخر كذلك، لأنها تعيش في الأمعاء ، فيمكن استخدامها كدليل على تلوث مياه الصرف الصحي. فإذا استطعت أن تجد في مجرى ماء نوع البكتريا الذي يعيش فقط في الأجسام الأدمية، فيمكنك أن تستنتج بأمان أن الماء ملوث بمياه الصرف الصحي ، وتعفيك هذه الطريقة من البحث عن البراز ، فبكتريا القولون صديق وحليف ، وليست بعدو لنا. وإذا كانت هناك كائنات دقيقة ممرضة في البراز، فيتسبب عن تلوث الماء أو الطعام بتلك الميكروبات الانتشار الواسع للأوبئة الكبرى مثل الكوليرا والتيفويد (وحديثا بكتريا القولون - ١٥٧) ، فهي تنتشر عن هذا الطريق، ولذلك ، فإن من المهم أن تعالج مياه الصرف الصحي بحيث تكون نقية تماما قبل استخدامها . بما أن الأكسجين مطلوب لهدم المادة العضوية إلى ماء وثاني أكسيد كربون ، فيمكننا أن نقيم كمية مخلفات الصرف الصحي بتقدير كمية الأكسجين المستهلكة لهدم كل المادة العضوية . لا يحتاج

ماء النهر لأكثر من حوالى ١٠٠ ملليجرام من الأكسجين فى اللتر (١٠ أوقيات لكل جالون) لأكسدة كل المواد العضوية به، بينما قد يحتاج حساء غنى بالمواد المغذية إلى ٧٠ أو ٨٠ مرة مثل ذلك القدر من الأكسجين ، وهذا يعطى الاحتياج البيولوجى للأكسجين (أ ب أ) الذى يصبح الطريقة القياسية لتقييم كمية التلوث بالمادة العضوية فى عينة ماء. وتتضمن المعالجة الأولية لمياه الصرف الصحى تحريكها فى خزانات ثابتة لترسيب المكونات الكبيرة فى القاع، وتتضمن هذه المكونات الحصى والزجاج وقطع العملة والواقيات الذكورية والمجوهرات. ويمكن بعد حوالى ساعتين تعريض السائل المتبقى لمعاملة ثانوية فى وحدة الراسب التى يتم تنشيطها بتقليب السائل بقوة وضخ الأكسجين فى الخزانات، وليس على العاملين بالوحدة أن يفعلوا شيئاً بالإضافة إلى هذا، لأن الميكروبات الهوائية الموجودة طبيعياً فى هذا النظام سرعان ما تقوم بتمثيل المادة العضوية، وتنخفض قيمة الاحتياج البيولوجى للأكسجين (أ. ب. أ) بقدر تقدم هذه العملية. ودلت الأبحاث التى أجريت على أنه قد تم التعرف على بعض مجموعات الميكروبات المشاركة فى هذه العملية وكذلك أعداد ضخمة من مختلف أنواع البكتريا والخمائر، وهذه هى الكائنات التى تقوم عادة بهدم المخلفات العضوية فى النهر (بما فى ذلك شاة ميتة على سبيل المثال)، ولكنها تقيم احتفالاً وتنمو أسرع فى هذه الخزانات التى تحتوى على الراسب النشط، فتستهلك البكتريا عن طريق التهامها بواسطة الحيوانات الهدبية والمخلوقات الأخرى الصغيرة، فتتخفض قيمة (أ. ب. أ) فى الماء نتيجة لذلك بمقدار ٩٥٪، وفى بعض الوحدات يتم هضم محتويات الصرف الصحى بدون ضخ الهواء فى الخزانات. وهو النظام اللاهوائى من الهضم لا يحتوى على أكسجين كفى لإنتاج ثانى أكسيد الكربون والماء ، فيصبح غاز الميثان هو الناتج النهائى بدلا من ثانى أكسيد الكربون والماء. وهذه الوحدات تستخدم ذلك الغاز لتشغيلها ذاتياً، وتعرف هذه الوحدات باسم «وحدات الهضم اللاهوائى» ، ويمكن لهذه الوحدات أن تتعامل مع تركيزات من الملوثات تعادل ٢٠ مرة تلك التى تتعامل معها خزانات الوحدات العادية التى تحوى «الرواسب النشطة» ، ولكنها لا تخفض قيمة (أ. ب. أ) إلا بمقدار ٧٥٪ فقط، ويطبق المسئولون عن تشغيل هذه الوحدات أكثر الطرق دقة لتنقية المياه من المخلفات. وهناك مدخل ثالث لعلاج المشكلة، ويستخدم فى المناطق المشمسة، ويتم بتحريك محتويات الصرف الصحى فى البحيرات الخاصة بالمعالجة ، فتعمل الطحالب النامية فى ضوء الشمس على إنتاج الأكسجين الذى تحتاجه البكتريا

الهوائية لأكسدة تلك المخلفات، وسرعان ما تنمو هذه الطحالب حتى أنها تزال من البرك بالأطنان، وهذه الميكروبات الطحلبية غنية بالبروتين، ويمكن تصنيعها لإنتاج علف للماشية، ويجب خلطها بالمواد الغذائية الأخرى، لأنها غنية جدا في البروتين لدرجة تجعلها أكثر تركيزا من أن تستخدم كمصدر وحيد للغذاء. وتنتج الولايات المتحدة الأمريكية من هذا البروتين الميكروبي الناتج عن معالجة محتويات الصرف الصحي ما يكفي لتغذية ربع ماشية العالم، وتستخدم بعض وحدات معالجة محتويات الصرف الصحي معاملة ثالثة تتم خلالها تجرية الماء على برك أو خلال أبراج مرتفعة، لتنظيف الماء نهائيا. وفي كل الحالات، يجرى ترشيح الماء نهائيا ومعاملته بمادة مثل الكلور للتخلص من الجراثيم. ولمنع وجود آثار متبقية من الكلور، فيتم التحكم في مستواه في الماء، وخلال المعاملة الثالثة يمكن أن ينخفض مستوى النترات نتيجة نشاط البكتريا مثل بكتريا سيدوموناس ، التي تحرر النيتروجين من النترات ، فيعود إلى الهواء الجوى، ولكن ليست الجراثيم والنترات وحدها التي تسبب الأضرار من محتويات الصرف الصحي. ففي المناطق الصناعية توجد كذلك كميات يمكن حصرها من الملوثات الكيماوية. وفي الحقيقة ، يشكل هذا أحد الأسباب لعدم انتشار استخدام مخلفات الصرف الصحي في التسميد ، مما يبدو اقتراحا قيما، وفكرة مفيدة ، ولكن هذه المخلفات الناتجة من المناطق العمرانية ملوثة بتركيزات بالغة الارتفاع من المعادن الثقيلة التي تستخدم على اليابسة، بينما تخلو محتويات الصرف الصحي في المناطق الريفية من العناصر المعدنية، حيث تخلو عادة من الكاديوم والكروم ، بالرغم من وجود تركيزات قليلة من الرصاص وربما ٧٥٪ جزء في المليون من النيكل ، وقارن تلك الحالة بما تجده في محتويات الصرف الصحي المتخلف من مدينة صناعية ، حيث تختلف الصورة اختلافا مثيرا ، فتجد أكثر من ١٠٠ جزء في المليون من كل من الكاديوم والنيكل، وأكثر من ٥٠٠ جزء في المليون من كل من الكروم والرصاص . ويزيد تركيز الزنك في مخلفات الصرف الصحي من ١٠٠ جزء في المليون في المناطق الريفية إلى أكثر من ٢٠٠٠ جزء في المليون في المدن. وإذن، فنحن نحتاج إلى اتخاذ احتياطات أكبر بكثير لمنع هذا التلوث الشامل في البيئة ، ليس فقط لأن تلك القيم أعلى من أن نخاطر بتسميم محاصيلنا بها من خلال هذه المخلفات (حيث يمكن أن تكون نافعة كأسمدة)، ولكن لأن هذه المعادن يمكنها أن تسمم الميكروبات التي نحتاجها لتنقية نفاياتنا، فضلا عن تداخلها مع المعالجة الكفؤة لمحتويات الصرف الصحي .

ويرجع إتقان الآدميين فى التخلص الآمن من النفايات إلى قرون مضت، حيث تم إتقان التقنيات التقليدية التى نستخدمها اليوم (مثل الطرق التى نستخدمها فى إعداد الطعام وإنتاج الجلد) بدون أن يعرف الدور الهام الذى تقوم به الميكروبات فى هذه العمليات .

والأكثر إدهاشا ، أن القليلين يفهمون أن الميكروبات هى التى تنظم هذا العمل ، فعلاقتنا الحميمة بجيراننا من الميكروبات مستمرة منذ زمن طويل، ونحن نميل إلى الاعتقاد بأن الكائنات الدقيقة جلبت على الإضرار بنا، ولكن هذا تشويه للحقيقة ، فالميكروبات التى فى العالم تحمينا، وتخدمنا وتساعدنا على التحكم فى تلوث البيئة (وأداء العمل بأفضل مما كان يستطيعه الجنس البشرى أبدا) ، وتنظيم بيئتنا . فالميكروبات التى تنقى ماء شربنا الذى مر خلال أعداد لا حصر لها من الكائنات الحية، قد يبدو كرية المذاق، ولكن (شكرا للميكروب)، فالماء الذى نحصل عليه من وحدة المعالجة أنقى بكثير مما بدأنا به .

أمراض جديدة

تهاجم بعض الميكروبات منذ قديم الأزل ، الادميين الذين طالما عانوا من ملازمتها لهم، مسببة أمراضا مروعة، مثل الكوليرا والتيفويد والالتهاب السحائي والجدرى. ونحن نرى هذه الميكروبات كعالم يزاحمنا ويهدد مستقبلنا، إلا أننا تمكنا بنجاح عبر قرون ، من إجبارها على التراجع. وتندرا لإصابة بالتيفويد والكوليرا فى العالم الغربى ، بينما يمكن الشفاء من الالتهاب السحائى البكتيرى إذا بدأ العلاج فى الوقت المناسب ، وأما الجدرى، فقد أمكن القضاء عليه كلية .

فى السنوات الأخيرة قوبلت حملتنا المظفرة بنتائج عكسية مفاجئة. فلأول مرة فى تاريخ الإنسان، نواجه بمجموعة كبيرة من جراثيم جديدة، لم تكن موجودة من قبل فى المراجع الطبية منذ أجيال، فلم يكن الكثير منها معروفا من قبل. أما تلك التى سجلت، فقد تم تسجيلها على أنها نادرة الحدوث، بينما نواجهها الآن فى الصحف اليومية. وإذن فقد انتقلنا من قهر الأمراض التقليدية إلى إطلاق سراح أمراض جديدة، استطاعت أن تبعث الرعب فى قلوبنا، من جراء قدرتها على إصابتنا بدون تمييز، مما أكسبها صفة العمالة المسببة لهذه الأمراض الخطيرة البالغة التطور، كما لو كانت تنتوى تدمير الإنسانية، وهذا غير صحيح، ولا يصور الحقيقة تصويرا معقولا، فهذه الجراثيم المرضية إنما هى كائنات خارجة عن جماعة الجراثيم، وأقرب إلى أن تؤذى نفسها بالقدر الذى تؤذى به عائلها. فالجرثومة الناجحة بحق، هى التى تتعايش مع نوع عائلها، وبهذا المعنى فالفيروس الذى يسبب البرد العادى أنجح بكثير من فيروس الجدرى، فهذا الفيروس الذى يسبب الزكام والمعروف بجرثومة البرد العادى، يعيش فى

أنوف الجميع، حيث يتخفى تجنباً للتعرف عليه كدخيل خطر، وتسمح جيناته له بأن يغير طرازه من وقت لآخر كلما ظهر له جسم مضاد يتعامل معه مما يعطيه علاقة مميزة حميمة معنا، فمعظم ما نعرفه عنه أنه البرد المعتاد .

وينبغي أن نبدأ احتفالاً، ولذلك فلنستعيد أولاً قصة الجدري، حيث كانت السيطرة قد تمت على العديد من الأمراض السابقة في العالم الغربي، ولكن كان الجدري أول مرض وبائي كبير يتم القضاء عليه كلية، فقد سبب الفيروس الخاص به بلاء رهيباً للإنسانية، كان محتملاً أن يفنيها، وكذلك ترك الناجون منه في ذعر من أجل حياتهم، ولعدة قرون قاسى الناس من أذى هذا الفيروس الذى كان يسببه الصيد الناتج من ضحية مصابة به إصابة خفيفة .

فكان يكفى لإحداث العدوى خدش هذا الصيد ببشرة شاب بالغ، هؤلاء الضحايا هم الذين كانوا يقومون بتطوير المرض (على أمل ألا تكون طبيعة الفيروس قاتلة) داخل أجسامهم، ولو بقى هؤلاء الضحايا على قيد الحياة – لاكتسبوا مناعة من ذلك المرض فيما بقى من حياتهم، وهناك حكاية قديمة مؤداها أن بائعات اللبن كن قادرات على مقاومة هذا المرض. وتوجد أشعار خاصة بالمرضات تتحدث عن بائعات اللبن نوات البشرية الجميلة، حيث نما الاعتقاد بأنهن اجتذبن هذا المرض من الماشية التى فى حوزتهن مما منحهن هذه المناعة للجدري القاتل. وقد رددت الأساطير الشعبية هذا الرأى، وتعتمد البعض عدوى أنفسهم بالجدري لاكتساب المناعة من الموت فى المراحل المميتة من هذا المرض، وكان إيوارد جينير، الطبيب الريفى والعالم الطبيعى، هو الشخص الذى أثبت هذه العلاقة وأصبح أول من وضع الأساس فى وسائل قهر المرض المعدى .

ولد جينير فى بيركلى التابعة لمقاطعة جلوسستر شاير الإنجليزية، كابن ثامن لفيردند ستيفن جينير، ولكنه تيتّم فى طفولته، وعندما بلغ الثالثة عشر من عمره ترك المدرسة ليعمل لدى جراح يدعى دانيال لودولو. عرض إيوارد الصغير نفسه للعدوى بالجدري، فقد تعمد إصابة نفسه بحالة خفيفة من الجدري، بعد عدة أسابيع من الإعداد، وذلك بتناول غذاء حمية وفصد دمه بصورة متكررة. وبعد حقنه لنفسه بصديد الجدري وظهور أعراض المرض عليه، عزل فى «مخيم الجدري»، وفى عام ١٧٦٨ انتشر وباء الجدري بين بائعات اللبن، وبمضى الوقت لاحظ جينير أنه توجد من بين هاته البائعات من لم تصب بهذا الوباء رغم انتشاره المتعاقب. كان الإلهام الذى أحدثته

بعثات الكابتن كوك في عام ١٧٧١ في البحار الجنوبية هو المصدر الوحيد الأكبر للعمل العلمي الذي قام به جينير، فبعد عودة عالم النبات الكبير جوزيف بانكس إلى إنجلترا من تلك الرحلات في ١٧٧١، اتصل بجون هنتر (١٧٢٨-٩٥) الجراح والمجرب والمعلم ليسأله النصيح في شأن اختيار مساعد له، وكان هنتر قد اتخذ جينير مساعدا له، فرشحه للعمل مع بانكس في تصنيف وتقسيم مجموعات بانكس الكثيفة من النباتات الأسترالية الجديدة التي جمعها في رحلاته. وأدى جينير ذلك العمل بإتقان هياً له التعيين في وظيفة خبير «في تقسيم النبات» في مرحلة تالية على متن السفينة «ريزوليوشان»، لكنه رفض العرض، فقد كان يعشق حياة الرجل المهذب في الريف الإنجليزي، ولم يكن يرغب في الترحال حول العالم، وكان مغرماً بالحياة في الريف، يقضي وقتاً طويلاً خلال طفولته يجمع البقايا والأعشاش التي تبنيها الفئران الحقلية. وحافظ هنتر على مواصلة المراسلة مع جينير، في شئون التاريخ الطبيعي، فكان يسأله «هل تخلو قلعة بيركلي من الخفافيش؟» «إذا كانت لديكم خفافيش فسوف أضع لك تصميم سلسلة من التجارب تختص بحرارتهم على اختلاف المواسم وفي خطاب آخر سأله «هل حصلت علي العظام الخاصة بسمكة البورباس الكبيرة؟ إذا حدث وشاهدت بيض السالمون، فأتعشم أن تحصل على بعضه»، وأمام إصرار هنتر، أجرى جينير تجارب على البيات الشتوي لحيوانات القنفذ. وحين طار إخوان مونتجو لينيه ببالونهم في ليون عام ١٧٨٣، وتبعتهم محاولة شارل الممائلة لها في الجرأة، صنع جينير بالونا من الحرير وبعد طلائه بالزيت ملأه بالهيدروجين وأطلقه في رحلة ناجحة في العام التالي .

تم تقديم إوارد جينير إلى الجمعية الملكية، ولكن ليس لعمله في التطعيم ضد الجدري، فقد درس حياة الطيور، وفي ١٢ مارس ١٧٨٨ أعلن أنه لاحظ طائراً صغير السن من نوع «كوكو» يخرج بيض الأفراخ من عش عائلها. وتعمق في وصف الفجوة التي في ظهر ذلك الطائر الصغير السن والتي تمكنه من حمل بيض الأم إلى خارج العش، واستمر في شرحه، فأوضح أن ذلك الطائر الصغير السن يحتاج إلى ١٥ أسبوعاً ليصبح قادراً على الاعتماد على نفسه، بينما كانت الطيور البالغة من هذا النوع تقيم في بريطانيا لفترة ١١ أسبوعاً. وبالتأكيد فسر جينير السبب في أن هذا الطائر اختار حياة التطفل في تلك السن الصغيرة، فقد كان ذلك ضروريا لاستمراره في البقاء حياً. وأمام تأثر الجمعية الملكية بمنطقه واجتهاده، انتخب عضواً بها في فبراير ١٧٨٩.

وسجل كمتخصص فى علم الأمراض ملاحظاته المفعمة بالحىوية ، فوصف الشرايين التاجية بأسلوبه التلقائى الباسل : «حينما كنا نجرى قطاعا فى القلب ، إذ يصطدم المشروط بشئء بالغ الصلابة والثبات لدرجة أننى أتذكر جيدا أننى نظرت إلى السقف متخيلا أن بعض الجص قد وقع منه، ولكن مع المزيد من الصلابة ظهر السبب الحقيقى، فقد تحولت الشرايين التاجية إلى قنوات عظمية». طوال الوقت كان جينير واعيا بالتناقضات القائمة حول التطعيم كوسيلة لمواجهة المضاعفات الأسوأ للجدرى. ونتيجة لجهوده، أصدر كونستانتين جياكومو بيلارين تعليمات فى ١٧١٠ بتطعيم الصغار بفيروس مأخوذ من حالات الإصابة الخفيفة بالجدرى. وفى ١٧٤٦ أنشأ القس إسحق مابوكس من وورشستر مؤسسات للتطعيم وكان يبشر بفائدتها على نطاق واسع، ولقى تأييد الكثير من الأطباء المعروفين ومنهم ريتشار ميد فى ١٧٥٠ وروبرت ودانيال ساتون (١٦٧٠-١٧٦٧)، وتوماس ديسديل (١٧٦٧)، وتيوبور تروبيكين (١٧٧٠). ثم قام العالم الطبيعى جان إيتجن - هويس (١٧٣٠-٩٩) بتقديم هذا المفهوم الجديد فى النمسا - فى وجه معارضة عنيفة. وكان هذا المدخل البديل يشغل فكر جينير أكثر من التطعيم بفيروس ضعيف للجدرى: فقد عرف أن ضحايا هذا المرض يبدون كأنهم فى مناعة دائمة من تكرار الإصابة بالجدرى، فقام بتطعيم بائعات اللبن المتطوعات بصديد من حالات مصابة بالجدرى، مستخدما فى بادئ الأمر طعوما من حالات خفيفة ومتنقلا بعد ذلك إلى عينات من مرضى ماتوا بتأثير أكثر الإصابات شدة، وكانت النتائج صحيحة تماما فى كل الحالات بالنسبة إلى ثبوت الأثر الوقائى لهذا التطعيم .

اختمرت فكرة التحصين فى ذهن جينير ، إذ لو كانت الإصابة بالجدرى تحدث نتيجة العدوى بالصديد المأخوذ من ضحية هذا المرض، فقد يكون التحصين هو حقن السليم بجرعة من ذلك الصديد. وكانت هذه الفكرة مطروحة قبل ذلك فى الشرق الأوسط، وحتى فى بريطانيا لم يكن جينير هو أول من يجرى التطعيم. فكان أول إجراء له بواسطة فلاح من نورست يدعى بنيامين جيستى (١٧٣٧-١٨١٦) حيث قام بتطعيم ولديه وامراته ضد الجدرى مبكرا فى عام ١٧٧٤، مما أكسبهم المناعة ضد هذا المرض منذ ذلك التاريخ طوال حياتهم. ولم تخرج نتائج إيوارد جينير إلى الوجود حتى ١٤ مايو ١٧٩٦، وكان ذلك فى اليوم الذى قام فيه بتطعيم صبى صغير يدعى جيمس فيليبس بصديد من جدرى شديد الوطأة على يد بائعة لبن تدعى سارة نيلمس، فعانى جيمس من حمى خفيفة لأيام قليلة، ولكنه سرعان ما تعافى . وإلى هذا المدى لا تعدو

تجارب جينير تحسنا بالمقارنة إلى التطعيم الرائد الذى أجراه جيستى منذ ٢٢ عاما سبقت . وبعد شهرين من تطعيم الصبى، أخذ جينير بعض الصديد من مريض مشرف على الموت بتأثير الجدري وחדش به ذراع جيمس فيليبس المتطوع الشجاع، الذى ظل بصحة جيدة تماما. وكما كتب جينير «تم تطعيم الصبى منذ ذلك الوقت ضد الجدري الذى خاطرت بتوقع ألا يكون له تأثير على ذلك الصبى ، والآن سأقوم بمتابعة تجاربى بحماس مضاعف»، ومضى فى نشر كتابه بعنوان «التساؤل عن أسباب وتأثير لقاحات المرض المعروف باسم الجدري» فى عام ١٧٩٨، وكان هذا العنوان أفضل بائع لهذا الكتاب الذى نفذت نسخه فورا ، وقد قدمت منه نسخة خاصة إلى الملك جورج الثالث، مغلفة بغلاف من المخمل القرمزى .

وعلى الرغم من أن التطعيم أصبح نمطا اجتماعيا، فقد جذب عددا من النقاد الذين ينتقصون من حجم النجاح ، وأكثرهم شهرة جيلارى ، المتخصص فى عمل الرسوم المتحركة، فقد رسم ضحايا التطعيم على شكل مخلوقات نصفها إنسان ونصفها الثانى بقرة، ولسنا بحاجة إلى أن ننظر بعيدا ، إذ نرى اليوم ربود فعل مماثلة ضد المستحدثات العلمية العصرية .

صدر كتاب جينير التالى عام ١٨٠١ بعنوان «أصل التطعيم باللقاح» الذى تنبأ فيه بأن التطعيم سوف يكون السبب فى القضاء على مرض الجدري، حيث كتب «أن الألوان ليصبح الإقرار، الذى لا شك فى صحته، واضحا تمام الوضوح بأن محق الجدري أكثر الكوارث ترويعا لحياة الجنس الإنسانى، لا بد وأن يكون النتيجة النهائية لهذه الممارسة»، وكان هذا تنبؤا شجاعا، حيث كان يموت ما بين ٢٠٠٠٠ و ٦٠٠٠٠ من الناس نتيجة لهذا الوباء فى أوروبا فى كل سنة مشفوعا بوفيات فى سن الطفولة من جراء الجدري . وكما قضى هذا المرض على أفراد عائلة ستيوارت ، فقد أنهى حضارة الأزتيك والثقافة العظيمة للإنديكاس بعدما أدخله المستكشفون إلى أمريكا . وفى عام ١٧٧٩ أغرق أسطول الأرمادا الفرنسى - الأسباني وفى عام ١٨٧٠ حدد نتيجة الحرب الفرنسية - البروسية .

وكانت هناك أوبئة كبرى لا تزال فى الذاكرة الحية، حيث كانت بصيرة منظمة الصحة العالمية ثاقبة فى التخطيط النهائى لتخليص العالم من المرض . وفى اجتماع تاريخى فى ٨ مايو ١٩٨٠ وافق أعضاء مجلس الصحة العالمى المكون من ٢٢ عضوا

على قرار بإعلان القضاء النهائي على الجدري . وكانت هذه هي العدوى الأولى والوحيدة التي يتم إنهاؤها، والسبب في ذلك أن هذا ليس له عائل حيواني، كما تم أيضا القضاء على مرض قريب الصلة به وهو الجدري الذي كان يفتك بالخيول . وفي عالمنا اليوم، لا يوجد فيروس الجدري إلا في الصورة المجفدة في معامل تحت حراسة مشددة في كل من روسيا وأمريكا. فقد توقف عهد إرهاب ذلك الوباء الذي يعتقد أنه انقرض إلى الأبد .

ولكن أين فيروس الجدري الآن؟ ومن وجهة النظر الرسمية، فالإجابة هي أنه بعد اختفاء المرض حازت ثلاث دول مجموعات من الفيروس، هي روسيا والولايات المتحدة وجنوب أفريقيا، وقد استحدثت جنوب أفريقيا لتسليم ما لديها من الفيروس في ١٩٨٣ تاركة القوتين الأعظم تحوزان الفيروس في معامل ذات مستوى مرتفع من الحراسة، وتم الاتفاق على أن يكون يوم ٣٠ يونيو ١٩٩٩ التاريخ النهائي الذي تدمر فيه كل من الولايات المتحدة وروسيا كل مخزونهما من الفيروس .

وفي الحقيقة أن ذلك قد لا يكون بهذه البساطة، فهناك فرصة خارجية لأن يبقى الفيروس القابل للحياة في بعض الأجسام الميتة لآخر الضحايا ، وإذا كان الأمر كذلك، فيمكن أن يخرج إلى النور ويبيعث الفيروس حيا في وقت ما في المستقبل . وحتى يمكن أن تكون نول أخري قد حفظت كميات منه لأغراض حربية. ومنذ انفتاح الاتحاد السوفييتي السابق، كانت تقارير العلماء الكبار تفيد بأن روسيا كدست أعدادا كبيرة من الصواريخ المحملة بفيروس الجدري. وثبت من التحريات أن استعمال فيروس الجدري كسلاح حربي كان مخططا في كثير من الدول خلال الستينيات من القرن العشرين، ولكن توقف ذلك في عام ١٩٧٢، حينما تم توقيع المعاهدة الدولية بتجريم استخدام الأسلحة البيولوجية وكل البحوث المستقبلية في الجراثيم الممكن استخدامها حربيا ، بغض النظر عن الأسباب الدفاعية .

وتدعى تقارير الرسميين السابقين في الاتحاد السوفييتي أن ذلك الحظر قد أدى إلى إعادة مضاعفة الإنتاج السري للفيروس. كما ادعى أن روسيا قد أنتجت أسلحة قادرة على حمل فيروس الجدري إلى عديد من الأمم حول العالم، كما وزعت خلال الحرب الباردة إمدادات من الفيروس علي الدول الشيوعية بما في ذلك كوريا الشمالية والصين، وقيل أن الدول الأخرى مثل إسرائيل والهند قد أنتجت كميات من هذا الفيروس، سواء بسواء مع أجزاء من شمال أفريقيا والشرق الأوسط . وكذلك زعمت

ليبيا وسوريا والعراق وإيران امتلاك مخزون من ذلك الفيروس . والأدلة واهية على هذه الادعاءات، وكما يمكن أن تتوقع، فهذه مجرد شائعات .

وفى نفس الوقت، تكشف الحقائق أن كميات ضخمة من الصادرات المسموح بها إلى العراق كانت بيئة نمو لبكتريا ممرضة، ولذا، فإنه يصعب تخيل كيف يمكن استخدام هذه الكميات فى معامل المستشفيات. وتعتبر تنمية البكتريا والفيروس بهذا الأسلوب بهذه الطريقة أحد الأجزاء الهامة من الممارسات الطبية . وهذه هى الكيفية التى نتعرف بها على نوع البكتريا ونحدد المضاد الحيوى الأفضل لعلاج المريض، ومن ناحية أخرى فهى أيضا الطريقة التى يمكن بها أن تنمي كميات ضخمة من البكتريا المميتة لاستعمالها كوسائل ممكنة فى الحرب. ولكن الحقائق هى أن كميات ضخمة من بيئة النمو قد تم تصديرها وأنه من الصعب جدا تخيل كيفية الاقتصار فى استخدام هذه البيئات على معامل المستشفيات فقط .

من السهل جدا إنتاج البكتريا والفيروس، حيث تكون الأنواع الممرضة عملاء أقوىاء للمرض، على غير المؤلف، وستبقى المخاوف من الأسلحة البيولوجية قائمة، كما سيستغرق الأمر أكثر من زيارة مفاجئة لتصبح متأكدا تماما أن أمة ذات نية عدوانية لا تقوم بهذا النوع من البحث فى ظروف سرية. فيمكنك أن تربي فيروس الجدري فى مرآب بدون أجهزة معقدة، وحرب الجراثيم سيئة بما فيه الكفاية ، فإذا أصبحت جيناتها موجهة لذلك ، فسوف نواجه مشاكل لا يمكن تخيلها .

تعلمنا الكثير عن الفيروس خلال المعركة ضد أوبئة الجدري الطبيعى، وحتى الآن تبقى ألغاز لم تحل، فحقيقة أن جينات فيروس جدري البقر استطاعت اكتساب المناعة ضد الجدري كانت مصادفة سعيدة، فكما عرف جينير، كان البقر يصاب بأمراض عديدة مشابهة سماها جدري البقر الكاذب. ونعلم الآن أن بعضاً من هذه تسبب عن فيروسات شبيهة لفيروسات الجدري بينما مرض الأبقار المشابه له ظاهريا ينجم عن الفيروس المسبب لمرض القوباء المنطقية (الهربس)، ويوجد جدري البقر فى أنواع أخرى فتصاب به الأبقار، والقطط، والإنسان، والقوارض البرية. ومن الطريف أن الفيروس الذى كان مستعملا بكثرة فى التطعيم لا يحتوى نفس الجينات بالضبط مثل تلك التى يحتوى فيروس جدري البقر. وفى عام ١٩٣٩، ظهر أنه فيروس مختلف، ولا يعلم أحد من أين نشأ ، فتفترض إحدى النظريات أنه صنف من جدري الخيل ، وحتى لو صح

هذا فإن فيروس الجدري متميز ولا يزال لقاحه يستخدم في البحث الطبي، وقد استخدمت نسخة معدلة من الفيروس تحتوى على جينات مهندسة وراثيا للحماية من العدوى ببعض الأنواع الأخرى ، أظهرت التأثير الواعد كلقاح ضد مرض الكلب، كما ستعمل لوقف انتشار هذا المرض الرهيب فى تجمعات الثعالب الأوربية . ويفضل عديد من العلماء أمكن استغلال الهندسة الوراثية لجعل فيروسات جدري الطيور (مثل جدري الكناريا) صالحة لإنتاج اللقاحات، ولكنها بخلاف لقاحات الجدري لا يمكنها التضاعف فى الأجسام الأدمية .

ما هي الأمراض الأخرى التى يمكننا القضاءعليها؟ كانت هناك آمال فى القضاءعلى بودة غينيا وما تسببه من مرض ومحاربةالبكتريا المسببة للقرح المعدية وأورام المرئ المرتبطة بسرطان المعدة، وبدلا من تنشيط الفكرة بأنه يمكننا السيطرة على عديد من الحالات بالقضاء على بكتريا شائعة، تقوم شركات الصناعات الدوائية بجهود نشطة فى اختراع عقاقير لوقف هذه الأمراض عن طريق اختبار تأثيراتها الكيماوية/العلاجيةعلى أمراض السرطان وفى تطوير أقراص مضادة للحموضة لعلاج قرحة المعدة (وكلها منتجات مرتفعة الربحية). مع أن لدينا من قبل بعض الاختبارات البسيطة لتحديد ما إذا كان الشخص مصابا بالبكتريا. وهناك أيضا خليط من المضادات الحيوية التى تزيل البكتريا المسببة للقرحة المعدية فى معظم المرضى . وإذا استطعنا القضاء على البكتريا فى المجتمع الإنسانى، لأمكنا تحقيق إنجازات هائلة فى السيطرة على ثلاثة أمراض كبرى. فهذا الكائن موجود فقط فى الادميين ويمكن لحملة تستهدف تطوير لقاح مناسب ضده ، أن تسهم فى التغلب على بعض الأمراض الهامة ذات الانتشار الكبير، مثل شلل الأطفال الذى يمثل كيف يمكننا النجاح، ما توفر لنا الوقت والطاقة الكافيين. وهذا المرض الذى يسبب الشلل بسبيله إلى الاختفاء والندرة عبر النصف الشمالى من الكرة الأرضية، وبالرغم من معاناة الناس لآثاره المقعدة فهو شاهد حى على تلك الأيام التى كان فيها منتشرا بكثرة. ويمكن كذلك أن تتم السيطرةعلى أمراض الطفولة الأخرى ومنها التهاب الغدة النكفية والحصبة. وبمضى الوقت يمكن السيطرة على معظم هذه الأمراض والقضاء فعلا على بعضها، تماما مثلما حدث مع الجدري، فبالتركيز قضينا غالبا على وباء خطير ، هو الطفح البثرى فى الخنازير، الذى تم توثيقه لأول مرة عام ١٩٣٢، وسجل على أنه مرض مشابه لحمى الخنازير القلاعية فى كاليفورنيا ، حيث تم ذبح كل الحيوانات المصابة به وفرض الحجر

الصحي حول المزارع غير المصابة، فتم احتواء ذلك الوباء خلال أشهر ولكنه عاود الانتشار في عام ١٩٢٢، وأظهرت نتائج البحوث أنه على الرغم من أنه قريب الشبه من مرض الحمى القلاعية إلا أنه مرض جديد ، فسمى الطفح البثرى للخنازير (ط ب خ) وتم وضع اللوائح المنظمة للتعامل مع هذا المرض لإجبار كل من يربي خنازير على غلي المخلفات التي تغلف بها هذه الحيوانات، ولكن صعب على الشرطة تنفيذ هذه التعليمات وطوال ٢٠ سنة، حيث استمر انتشار الوباء الذي قضى على خمس مقدار الخنازير في جنوب كاليفورنيا، ويقدر عدد النافق بأكثر من ٢٥ مليون حيوان .

وبحلول عام ١٩٥٠ أصبح المرض نادرا، ولكن في عام ١٩٥١، حينما غادر سان فرنسيسكو قطار محمل بفضلات لطعام خنازير غير مطهو وتم تفريغها في مزرعة خنازير في ويومنج ويادر المزارع إلى بيع تلك الخنازير بمجرد ظهور أعراض مرضية عليها إلى المزارع في كل أمريكا فانتشر الوباء في الفترة بين ١٩٥٢ إلى ١٩٥٦ في ٤٠ من ٤٨ ولاية. وعلى أثر ذلك شددت القوانين والعقوبات، كما زادت الإجراءات التي تقوم بها الشرطة، وفي عديد من الولايات تم تجريم استخدام القمامة كعلف للخنازير. وكانت الحالة الأخيرة في نيو جيرسي عام ١٩٥٦. ومنذ ذلك الوقت، وإلى اليوم لم يظهر هذا المرض مرة أخرى، ولم يهرب من أمريكا أبدا. ويعتقد الآن أن هذا المرض شاذ، إذ ينفرد بأنه صارم التأثير وواضح المخاطر. ولكننا نجابه فجأة أمراضا جديدة، يأتي بعضها على أثر اكتشافات هامة، والبعض الآخر مثل فقد المناعة المكتسب (الإيدز) والمرض ذي القدرة الجائحة العنيفة الانتشار المسمى (BSE)، فهي مشاكل كبرى يمكنها أن تعلمنا دروسا هامة للمستقبل. والآن حان الوقت لتحديد ماهية هذه المشاكل وماذا تعقب، لأن المعرفة التفصيلية بهذه الأمراض الجديدة يصعب أن تتأتى، فبعضها ظروف يمكن ألا تسمع بها أبدا، فهناك أميبا دقيقة تهاجم العدسات الملتصقة، وقد أحدثت دمارا خطيرا بأبصار العديد من الناس. وهذا الكائن يستطيع فقط الحياة حيث الظروف الصحية المتدنية، ولذلك فمن المهم لمستخدمي هذه العدسات أن يعقموا عدساتهم بانتظام، فمن غير الطبيعي سحب طبقة من سائل على سطح عضو مثل العين، قادرة على تنظيف نفسها ، ومخلوقة على أن تتحمل الجو، وهنا نواجه بأول مبدأ هام، وهو أننا نتبنى وسيلة غير طبيعية لحل مشاكلنا، فلا بد أولا أن نتعلم دروسا من الطبيعة ، فكثير من الأمراض الجديدة تنتشر بسبب عمليات جديدة نقوم بها بدون تفكير في عواقبها. فعلى سبيل المثال تشجع خزانات الطعام المبرد في الثلاجات نمو

بعض الميكروبات، ويسمح فرم اللحم للبكتيريا (التي كانت تقتل تقليديا بالطهي) ، بأن تعيش في أعماق الهامبورجر، كما أدت الطرق الحديثة لتغذية الدواجن إلى انتشار ميكروب السالمونيلا، ويفترض الرأي الحالى أن مرض (BSE)، قد انتشر من الطريقة التي تلغف بها الحيوانات. وأكثر الحقائق إثارة للدهشة أن التسمم الغذائي يتزايد وكان يتناقص منذ عدة أحقاب، ولكن فى السنوات الأخيرة ارتفع عدد الحالات المسجلة مرة ثانية، فى حين أن عدد الحالات التي لم ترد فى التقارير لا بد وأن تجعل العدد الكلى أكبر بكثير. هل بلغت عن آخر مرة تناولت فيها طعاما ملوثا بميكروبات الإسهال؟ إنك لم تفعل ولا أنا. ويمكن للطعام أن يكون وسيلة لنشر عدد كبير من الأمراض، لأنه من ناحية يقدم دافئاً فى أغلب الأحوال (وهذه هى درجة الحرارة المثلى لمعظم البكتيريا)، وكذلك لأنه غنى بالمواد المغذية، فإذا كانت هذه وجبة شهية لك، فإنها كذلك بالنسبة للميكروبات المسببة لتسمم الغذاء. ويمكن ألا تكون قد سمعت عن الميكروبات العسوية كسبب فى تسمم الغذاء، ولكن هذا الجنس يضم أنواعا عديدة تجعل الناس مرضي، وتعيش الميكروبات العسوية فى التربة والتراب أو فى الكساء النباتي، وحينما يسمح لها بالتكاثر فى الطعام، فيمكنها أن تتزايد فى الأعداد وتمرض المستهلك لهذا الطعام، وتعتبر البكتيريا العسوية الممرضة أشهر هذه الكائنات، حيث أنها تسبب الإسهال والمغص ، كما يتسبب جنس آخر من هذه البكتيريا فى حالات مرضية أخرى مثل الميل للقيء والإسهال (ولكن بدون ألم كبير)، ويسبب جنس ثالث، الإسهال والمغص (بدون ميل للقيء). وقد عرفت هذه البكتيريا منذ أكثر من قرن، وليس هناك جديد عن سلوكها، فما الذى يحولها إلى خطر جديد غير الطريقة التى نعد بها الطعام فى هذه الأيام؟ ذلك أن كل هذه الأنواع تكون جراثيم قادرة على تحمل الجفاف والحرارة ، وتفقس هذه الجراثيم عندما تصبح الظروف ملائمة. وتكمن المشكلة التى تشجع حدوث هذا النوع من التسمم الغذائى، حينما نتعرض له، فى أن يكون الطعام الحديث الطهى لا يزال ملوثا بالجراثيم ، بدون تبريد كاف، فإذا تم أكل الأطعمة حديثة الطهى بعد طهيها مباشرة، فلن تحدث مشكلة ، وإذا خزن فى الثلاجة بعد تبريده، فالخطر قليل أيضا. ولكن حينما لا يكون الطعام قد برد لدرجة الحرارة اللازمة ، فإنه يستغرق ساعات ليذفأ، وفى هذه الأثناء تنمو البكتيريا بسرعة، وهنا تحدث المشاكل ، فكل نوع من أنواع تلك البكتيريا أصنافه المفضلة. فمثلا، تنمو البكتيريا العسوية من نوع (سيريوس) فى أطباق الأرز ، وأحيانا خلال المكرونة أو الفطائر الحلوة، وتلك التى من

نوعين آخرين (سائليس وليكينيفورميس) تفضلان أطباق الفطائر المصنوعة باللحم متضمنة لحم الوجبات الشعبية والطعام البحري. ومن قبل، كانت الأطعمة التقليدية تعد وتؤكل فور إعدادها، ولكن بعد أن فصل المجتمع الحديث بين إنتاج الغذاء واستهلاكه، يتيح ذلك للبكتيريا وقتا لكي تنمو في أماكن كانت غائبة عنها .

توجد ميكروبات السالمونيلا أحيانا في الأطعمة الحديثة، وقد سميت هذه الميكروبات باسم مكتشفها «دانييل سالمون» (١٨٥٠-١٩١٤)، وهو عالم شهير من علماء الأمراض البيطرية . ويمكن أن تسبب كل أنواع هذه البكتيريا الإصابة بالفيروسات «اللتهمة» . ويمكننا التعرف على السلالات المختلفة من هذه البكتيريا عن طريق ملاحظة نوع «الفيروس الملتهم» الذي يهاجم تلك الأغذية .

تنتج السالمونيلا مرضا يسبب ارتفاعا في الحرارة مع إسهال وقىء، وتوجد هذه البكتيريا في الحيوانات، وبالذات في الدواجن وبعض الحيوانات المنزلية، وكذلك سلاحف المياه العذبة. ويؤدي الطهي الجيد دائما إلى قتل ميكروب السالمونيلا (لأنها لا تستطيع إنتاج جراثيم مقاومة للحرارة ، بخلاف البكتيريا العصوية، ولكن الطعام غير المكتمل الطهي يمكنه العمل على تحضين نموات كبيرة قبل أن يؤكل الطعام. ويتلوث البيض أحيانا بهذا الميكروب الذي تقتله حرارة الطهي المرتفعة حتى يتجمد الصفار. وتصاب الدواجن غالبا -التي نأكل الكثير منها- بالسالمونيلا . بلغت كمية الدواجن التي استهلكت في بريطانيا أكثر من مليون طن في السنة بواقع ١٣ طائرا لكل شخص، ومع ذلك، توجد توعية إعلامية بشأن تلوث هذه الدواجن بهذا الميكروب، فعادة ما نتلقى معلومات قليلة عما يمكن عمله لتلافي تلوث الدواجن بميكروب السالمونيلا، وإذا كانت السلطات ستقرر السيطرة على هذا الميكروب الممرض، فهناك الكثير من الطرق للتعامل مع هذه المشكلة، فقد عانت دواجن السويد من عدم تحملها لهذا الميكروب، وعندما أجريت اختبارات محكمة لتعقب هذا الميكروب، كانت نتيجتها أن تحرر الدجاج من ميكروب السالمونيلا في السويد، وفي استطاعة كل امرئ أن يفعل هذا .

عرفت السالمونيلا منذ قرن تقريبا، ولكن ظهر تهديد جديد مصدره الدجاج، وهو على شكل بكتيريا تسمى «كاميلوباكتر»، لم يكن يسمع عنها منذ جيل ، وكان قد اكتشف في ١٩٧٤. والآن ينتشر في كل مكان، ودلت نتائج الحصر الذي قام به أحد المتخصصين في علم الكائنات الدقيقة في جامعة إبردين على أن جميع الدجاج بعد

تمريره خلال وحدة إعداد الذبائح خرج مصابا بالميكروب، بالرغم من أنه لم يكن كل الدجاج مصابا به حين وصوله إلى الوحدة، ولكن في الوقت الذي خرجت فيه كانت الإصابة بهذا الميكروب قد تمت. وكانت العدوى بهذا الميكروب نادرة في الثمانينيات من القرن العشرين، وباقترب القرن العشرين من نهايته، قدر عدد حالات التسمم الغذائي بنصف مليون حالة سنويا سببتها جرثومة هذا الميكروب في بريطانيا. ومن الطريف أن ميكروب الكاميلوباكتر لا يتكاثر في الغذاء، ولكن في الدجاجة الحية فقط. فقد أرجعت معظم أسباب انتشاره إلى الماء الملوث أو اللبن المعامل معاملة غير كافية لقتل الميكروبات فيه. والعرض الرئيسى لهذا المرض هو التهاب الجهاز الهضمي المصحوب بإسهال وقىء وتشنجات عنيفة وجفاف. ويتطور المرض إلى التهاب المفاصل في شخص من كل ١٥ شخصا. وفي قليل من الحالات كانت مجموعة الأعراض المتزامنة لمرض جيليان -بارى (الشلل الزاحف) ، وهو نوع من أمراض فقد المناعة. ويمكن أن ينجم عنه حاجة المصاب به إلى جهاز يساعده على الحفاظ على حياته إذا صعب عليه التنفس . وفي معظم الحالات يشفى المريض من هذا المرض خلال أسابيع قليلة ، ولكن هذا المريض يتعرض لحالة رهيبية أثناء مرضه .

ومن الصعب تقرير المدى الذى تذهب إليه هذه المشكلة، فالأغلبية العظمى من حالات التسمم الغذائى لم تسجل قط بالطبع، وتهون الصناعة دائما من مدى التلوث. وقد أنكر الرسمىون الذين تعاملوا مع تقرير جامعة أريدين أن تكون ١٠٠٪ من النواجن المذبوحة ملوثة بالميكروب - وأقاربوا بأنها ربما تراوحت جملة نسبة تلوثها بين ٤٠ و ٩٠٪. وكذلك أظهرت نتائج فحص ١٠٠٠٠ دجاجة طازجة الذبح اشترت من مخازن عبر الولايات المتحدة أن ٦٣٪ منها كانت ملوثة بميكروب الكاميلوباكتر، وأن ١٦٪ كانت أصيبت بالسالمونيلا، وأثبتت أن ٨٪ منها مصابة بالمرضىين معا، بينما لم تتخذ الصفات المظهرية للجودة دليلا على الخلو من الأمراض، وفي الحقيقة أن الانتخاب للصفات المتميزة بما فيها الخلو من الأمراض، غالبا ما كان سيفشل، لأن الطيور كانت ستلتقط العدوى .

وللتحكم فى البكتريا، فالطريقة الأفضل لمعظمنا هى افتراض أن كل دجاجة نتعامل معها على وجه الإطلاق، ملوثة بالميكروب تلوثا خطيرا، ومطلوب قتل كل الجراثيم بالطبخ الجيد لمدة كافية. وبالطبع، قد تكون يداك قد تلوثتا من تداول الطائر قبل طهيهِ، ولذلك فإن اتباع مبادئ الصحة الشخصية هام جدا، فهم ينصحونك بالتأكد من غسل

يديك قبل الطعام، ومن ناحيتي، فأنا حريص على تشجيع الناس على أن يغسلوا أيديهم بعد ذلك. وكنا دائما ننصح بأن نغسل أيدينا بعد الخروج من دورة المياه، ولكن (وبالذات للرجال) أعتقد أنه مهم كذلك أن تغسل يديك قبل أن تذهب إليها، فإن أعضاءك الحيوية مكنونة داخل سراويلك الداخلية، ولكنك لا تعلم ماذا لمست قبل ذلك .

وتستطيع دائما أن تخبر أخصائي الكائنات الدقيقة في دورة مياه عامة، فهم يغسلون أيديهم غسلا جيدا قبل أن يفكوا ثيابهم ، ولكنهم نادرا ما يهتمون بغسيل أيديهم بعد ذلك .

وقد سمعنا عن بكتريا القولون، ومن المهم أن نتذكر أن الأسماء العلمية يجب أن تكتب بالطريقة الصحيحة، أى بالحروف المائلة، ويكتب الحرف الأول من الاسم الأول كبيرا، وهذا النوع من نظام الكتابة ليس مما يخيف عادة. وفي الحقيقة فإن هذه البكتريا تعيش في أمعائنا بأعداد كبيرة، يتضمنها النظام البيئي كسكان عاديين، داخل الجسم الإنساني .

وقد قام تيوبور إيشيريش (١٨٥٧-١٩١١) أول من اكتشف هذه البكتريا بتسميتها «بكتريا القولون»، ولكن ما لبث اسم هذه البكتريا أن نسب إلى ذلك العالم تكريما له .

ومعظم سلالات هذه البكتريا تكون غير ضارة ، وكثير منها قد يكون لازما للأداء الصحي للقناة الهضمية. ويمكننا التمييز بين السلالات من خلال حساسيتها للفيروسات الملتزمة، وقليل من أنواع هذه الفيروسات الملتزمة ما يسبب مشاكل خطيرة، فجينات هذه السلالات من بكتريا القولون التي تعيش في أمعائنا تكيف نفسها لتتواءم تماما مع نورها. ولكن بعض السلالات اكتسبت جينات من البكتريا الأخرى، يمكنها تكوين شفرات لإنتاج السموم (التوكسينات) من بكتريا معروفة باسم «شيغيلا» في الولايات المتحدة الأمريكية في بواكير الثمانينات من القرن العشرين، وبدأت الإصابة به تنتشر حول العالم، وبعد عشر سنوات من ذلك التاريخ ظهر أن نسبة قليلة من الماشية في غرب الولايات المتحدة كانت حاملة لهذا الميكروب، والآن تحمله معظمها. ومما يثير العجب، أن هذا الميكروب لا يوجد في البلاد الاستوائية (وحتى الأكثر غرابة) أنه لا يمرض الماشية، رغم أن بمقدوره قتل آدميين، وهو ينتج سما يسبب المرض للجسم؛ من أعراضه ظهور دم في البول والبراز وفشل عديد من الأعضاء الأساسية

(مثل الكلى)، وهذا المرض منتشر في أطباق أطعمة مثل أصناف الهامبورجر، حيث تعمل عملية الفرغ على نشر البكتريا من سطح اللحم إلى القطع ولا تكون حرارة الطهى كافية لقتل هذه البكتريا. وتتضمن النظم التقليدية لطهى اللحم تسويته بواسطة غليه على موقد. واليوم أصبح فرغ الطعام طريقة عصرية - تحمل البكتريا التي على سطحه إلى أعماق ذلك المنتج الجاهز - فيزيد ذلك من خطر التلوث بميكروب القولون - ١٥٧، فتعتبر أنواع الهامبورجر بيتا ممتازا للجراثيم، وبذلك يؤدي تعرض الموظفين لتناول كميات كبيرة من هذا اللحم الملوث إلى إتاحة كثير من الفرص للجراثيم للانتشار، وقد نتجت عن التلوث - حالة لصبي صغير فى الرابعة من عمره - عن ملاعبة عنزة فى حديقة الحيوان. وفى عالم اليوم، تعتبر أفضل نصيحة تقدم للمستهلكين هى فحص أى عينة من اللحم الذى يباع فى السوبر ماركت، كمصدر ممكن للعدوى، ومرة أخرى يحسن بنا تذكر أن غسل اليدين بعد التعامل مع الطعام له أهمية تماثل أهمية غسلهما قبل قيامك بالطهى .

وأما الكائن المنتمى إلى المجموعة السابقة والمسمى شيجيلا، نسبة إلى عالم الكائنات الدقيقة اليابانى كيوشى شيجا (١٨٧١-١٩٥٧)، وهذا الميكروب هو المسبب لمرض الدسنتريا، التى تعمل شفرة جيناتها على إنتاج سموم (توكسينات) تهاجم الأمعاء، وتكون النتيجة إسهال مدمم. وأكثر أنواع هذه الميكروب شيوعا هو «شيجيلا سوناي» التى يشيع وجوده فى بريطانيا وأمريكا ، حيث ينتج عنه نوع من الدسنتريا الخفيفة، ولكن الأنواع الأخرى ترد من بلاد أخرى، وفى هذه الحالات يمكن أن يكون المرض حادا، وأسوأ أنواع الدسنتريا على الإطلاق هى المتسببة عن ميكروب شيجيلا ديسنتريا، فهى تسبب نزول الدم فى البول، وتسمم فى الأمعاء ، وأحيانا يوجد هذا المرض فى مؤسسات رعاية الأطفال الصغار، حيث يسهم سوء الحالة الصحية فى انتشار الكائن من براز الضحية إلى فم آخر، وبهذه الطريقة يتزايد تفشى هذا المرض.

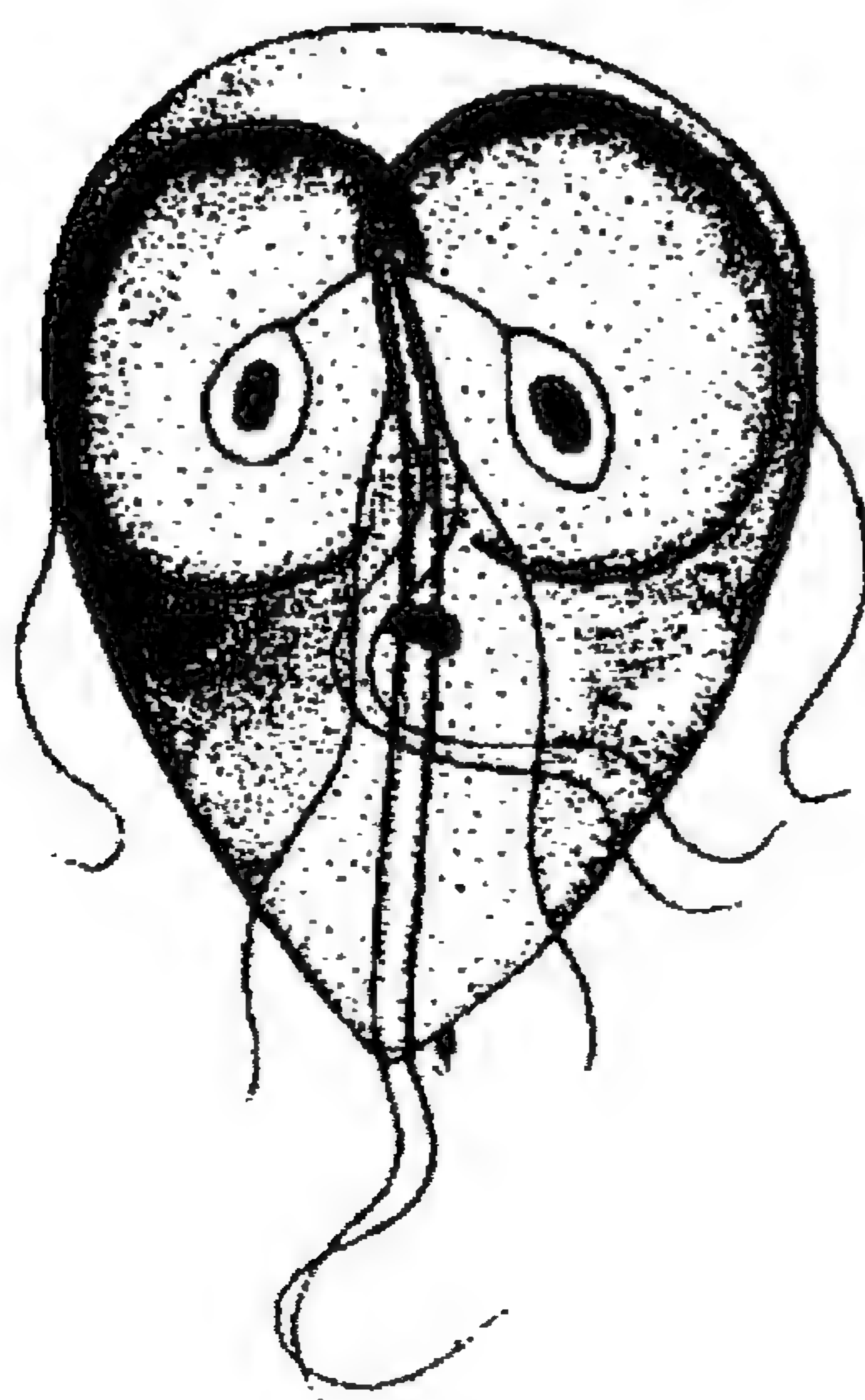
يحتوى جنس الميكروبات المعروف باسم «كلوستريديوم» طائفة من البكتريا الخطرة على صحة الإنسان، يعيش معظمها فى بيئة خالية من الأكسجين، ومعظم أنواع هذا الجنس كانت معروفة من قرن ، فميكروب التينيا مثلا يدخل ضمن هذه المجموعة ، ونوع آخر من هذا الجنس ينتج مركب «بوتولين» أحد أكثر السموم (التوكسينات) المعروفة للعلم . وبالرغم من أنه يدخل فى هذه الفئة من الأمراض الجديدة، فقد وجد حديثا فى حالة غير متوقعة، حيث تحب الأمهات الأمريكيات أن تغمس مهدئا أو دمية فى وعاء من

العسل، وأحيانا ما يكون هذا الميكروب موجودا فى ذلك العسل، فتكون النتيجة إصابة الأطفال بتسمم خفيف، لكنه يستلزم جهدا لعلاج. وأحيانا تتحول البكتريا القديمة إلى حالات جديدة عندما يتغير سلوك الإنسان بمرور السنين، فهناك إضافة جديدة إلى قائمة أنواع بكتريا جنس الكلوستريديوم، التى تسبب عدوى الأمعاء بالتهاب شديد وإنتاج سائل فى الجهاز الهضمى، وهذا النوع يوجد فى حوالى ثلاثة فى المائة من الناس الطبيعيين، وأكثر من عشرة فى المائة من مرضى المستشفيات. وفى العادة لا يسبب هذا الميكروب أية مشاكل، ولكن إذا عولج المريض بمضادات حيوية فيمكن أن يؤدي ذلك إلى خروج نمو البكتريا عن السيطرة ومعظم المضادات الحيوية قادرة على حفز الإصابة بهذا الميكروب، ويمكن أن تنتشر العدوى به من شخص لآخر بمجرد أن يرسخ الميكروب فى جسم عائله، وينتج هذا النوع من البكتريا سموما (توكسينات): أنثروتوكسين أ، وسائتوتوكسين ب) تهاجم خلايا الجسم وتسبب تأثيرات خطيرة على الأمعاء الغليظة .

تسبب كل هذه الكائنات تأثيرها الخاص المؤدى إلى التهاب القناة الهضمية، ولكن يوجد ميكروب جديد يهدد بحق الحياة، فهو ماكر غادر، ألا وهو ميكروب سمي «ليستريا» نسبة إلى جوزيف ليستر (١٨٧٢-١٩١٢)، الذى كان أول شخص ينمى هذا النوع من البكتريا فى بيئة نقية منذ عام ١٨٧٨. ويوجد هذا النوع فى البيئة، فى الماشية والأغنام والعلف المحفوظ بطريقة السيلاج، وفى التربة، كما ينتج لدى طفله على آدميين مرضا تشبه أعراضه أعراض الإنفلونزا، ويمكنه أن يحاكي أعراض التهاب السحائي، ويتطور إلى تعفن الدم. والأخطر من هذا كله، فى الحقيقة، هو أن الليستريا يمكنها إنتاج عدوى تخلف تأثيرها بدون أعراض، ويمكن أن يكون خطيرا بالذات، إذ أنه يمكن أن يسبب إجهاضا ذاتيا للجنين بعد الشهر الثالث، حتى عندما ينتج أعراضا قليلة على الحامل نفسها. كما وجد ذلك الميكروب فى عدد من الخضروات الطازجة غير المطهوه وفى الأطعمة المطهوه. وغالبا ما سجل فى التقارير أنه يوجد فى أنواع الجبن الطرى وفطائر اللحم، كما يمكنه أن ينمو ببطء حتى فى الثلاجات المنزلية. وهذا الميكروب غادر وقادر على أن يسبب تأثيرات خطيرة، ولذلك تنصح الحوامل بصفة منتظمة فى كل البلاد الناطقة بالإنجليزية بتجنب تلك الأطعمة المحتملة احتوائها على ذلك الميكروب .

بعض هذه الكائنات يمكنه أن ينتشر عرضا بواسطة الماء الملوث، فميكروبي الشيجيلا والكايبيلوباكتري قد انتشرا بهذه الطريقة، وتنتشر بعض الأمراض الجديدة عن طريق الماء ، فيميكروب «جيارديا» وهو عبارة عن خلية صغيرة جميلة ، كمثرية ومحدبة

الشكل، وتشبه نوعا ما الورقة، وتعمم بواسطة ثمانية أسواط طويلة، وبذلك تفرق برشاقة داخل عائلها الإنسانى الذى تلصق نفسها بجدار أمعائه بواسطة ممص على جانبها المحدب، وبذلك تجلب له مرضا معويا يظهر على شكل إسهال نسب اسمه إلى اسم ذلك الميكروب. وهناك كائن محمول فى الماء، وجد من زمن طويل فى حيوانات المزرعة والحيوانات الأليفة، ولكن يوجد الآن كملوث عارض فى ماء الشرب .



شكل (٢٤)

وجه ينظر لأعلى إلى المجهر الفاحص

خلية الجiardا ذات زوج الأنوية الذى يشبه العينين معروفة جيدا لدى الجهريين، حيث يوجد فى برك غابات الشواطئ ، ويمكن رؤية حركته مستعينا بأسواطه الذيلية، وبعض أنواعه يمكن أن يسبب مرضا معويا لمن يشرب المياه التى توجد بها هذه الأنواع .

ولا يتأثر ميكروب الجiardيا والكريبيتوبورديوم بإضافة الكلور للماء، ويسبب كلاهما التهابا فى الأمعاء ، وتحدث الإصابة بهما نتيجة لمخالطة حيوانات المزرعة، وبذلك أعطيت هذه الميكروبات فرصا من أجيال لإصابة الأجسام الأدمية ، وربما أدت إصابتهم بالجرثومة إلى جعلهم يقاسون من نوبات الإسهال، ولكنهم بعد ذلك اكتسبوا

مناعة ضد هذا المرض لدى الحياة. ويعيش معظم الناس في المجتمع الحديث بعيدا عن المزارع، ويكبرون بدونها، ولذلك، فإن الإصابة بهذه البكتيريا تسبب إسهالا سريعا كريها، وفي بعض مجموعات الناس (الأكبر سنا، مثلا)، فمن الممكن أن تكون العواقب خطيرة على حياتهم .

وفي السنوات الأخيرة ظهر العديد من حالات تفشى الإصابة من جراء شرب الماء الملوث، فمثلا تم إبلاغ أكثر من نصف مليون شخص في جنوب شرقي إنجلترا بغلى مائهم بعد أحد حوادث التفشى، وأمكن للعواقب الاقتصادية أن تثبت خطورتها. وعلى الرغم من عدم إمكان تدمير ميكروب «الكريبتوسبوريام» بمعاملة الماء التقليدية بالكور ، ولكن يمكن السيطرة عليه بالترشيح البطيء خلال الرمل (وهو ما سبق شرحه) اعتمادا على النشاط الميكروبي في تخليص الماء من البكتيريا. وتنظر شركات المياه الحديثة إلى الترشيح خلال الرمل بوصفه إجراء غاية في البطء، وتختار طرقا أسرع ولكنها أقل كفاءة في معالجة مياهها ، مما سيؤدى قريبا إلى تفشى كبير للمرض ، وسوف تطالبها الضحايا بتعويضات عن طول معاناتهم من شرب الماء الملوث المنتج من تلك الشركات .

ويعتبر مرض رابطة المحاربين القدماء من أكثر الأمراض غير المعتادة، وقد اكتشف لأول مرة فى ١٩٧٦ ، عندما سقط ٢٠٠ من أعضاء رابطة المحاربين القدماء الأمريكيين عقب اجتماع فى فيلادلفيا، ضحايا لهذا المرض الذى لم يسبق تسجيله، فقد أصيبوا فى الجهاز التنفسى وكذلك بحمى ، وقشعريرة وآلام فى العضلات وتغيرات فى السلوك واختلال فى وظائف الكبد. وسرعان ما مات بعضهم إثر تدهور حالته، ولكن عولج من بقى منهم على قيد الحياة بمركب الإريثرومايسين ، بالرغم من عدم معرفة أحد لسبب تفشى هذا المرض فى ذلك الوقت. وأظهر البحث أن الإصابة حدثت بواسطة كائن غريب عرف فيما بعد، حيث تمت تسميته منسوبا إلى رابطة المحاربين القدماء ، حيث تصيب جرثومته الأميبا التى تعيش فى الماء ، وقد تخيلت أنه ربما نمت هذه الجرثومة بالمثل داخل الكرات البيضاء لدماء الضحية ، حيث تعتبر هذه الكرات البيضاء فى كل الأحوال أميبا ذات وجود مستقل، وهذا يمثل تغيرا صغيرا بالنسبة للميكروب ، من أميبا حرة المعيشة إلى جزء من الجسم الإنسانى. وقد وجدت حقيقة طريفة هى أن الأميبا التى يعيش هذا الكائن داخلها تعيش فى الماء الدافئ، بما يماثل ظروف الجسم آدمى. ولهذا السبب ، فإن إمدادات الماء الساخن فى كثير من

المستشفيات والمؤسسات الأخرى تحفظ ساخنة على درجة حرارة عالية (توجد تحذيرات مكتوبة للمستخدم الذى لا يعلم بذلك) ، فيمكن للماء الساخن أن يقتل الأميبا التى تحب أن تعيش فيه .

ونعود إلى قصة تفشى المرض فى اجتماع فيلادلفيا ، ويبدو أنه نتج عن ماء ملوث فى أجهزة التكييف، وبذلك انتشر مثلما ينتشر الضباب فى غرف الاجتماعات، ولذلك، فإن مدراء الفنادق يبذلون عناية كبيرة لمنع تكرار حدوث ذلك ، حيث يعتبر استخدامهم للماء الساخن مظهرا من مظاهر تصميمهم على منع هذا الميكروب. وسيظل هذا المرض مشكلة ، فقد تركز زعر عام فى عام ١٩٩٨ على السفينة «أدنبره كاسل» التى سجلت أعراض هذا المرض بين ٨٠٠ من ركابها و٤٠٠ من طاقمها، ولا تزال ٣٠٠ حالة مسجلة فى بريطانيا منها ٥٠٪ وفيات .

وتسبب أنواع ميكروب الكلاميدا طائفة من الأمراض، ينتشر أحدها عن طريق الاتصال الجنسى، حيث تحدث العدوى أعراضا قليلة، لكنها يمكن أن تصيب عنق الرحم وأنابيب قناة فالوب ، وفى حالات كثيرة نتج العقم عن هذه الإصابة، ولكن المصابين لا يشكون فى شىء . وأحد التأثيرات الجانبية للاستخدام المنتشر لحبوب منع الحمل وتعنى أن السيدات يشعرن بالثقة فى قدرتهن على ممارسة الاتصال الجنسى بدون المخاطرة بالحمل، وأحيانا ننصح المراهقات باستخدام هذه الحبوب بظن أنها تبقيهن «آمنات»، حيث لا تفيد كتيبات السلوك الجنسى كثيرا عن الأمراض التى تنتقل بالجماع ، ومما يحزن، أن هناك تصاعدا فى الإصابة بالأمراض الجنسية التى تعقب أمراضا فى مراحل متأخرة من الحياة. ويغض النظر عن المرض المتسبب عن ميكروب الكلاميدا ، نواجهه بتزايد مستوى الإصابة ببعض الأمراض الفيروسية التى تصيب الأعضاء التناسلية فى الجنسين. وعلى الرغم من أن هذه الأمراض معروفة جيدا للمشتغلين بعلوم الكائنات الدقيقة، فهى لا تطرح كثيرا للمناقشة مع الرأي العام ، وهناك سلالات جديدة تكتشف، وفى عام ١٩٨٠ تم التعرف على نوع جديد من بكتريا الكلاميداسمى كلاميدا التهاب الرئوى، الذى وجد أنه يسبب حالات عديدة من السعال واحتقان الحلق وارتفاع الحرارة وأحيانا، كما يتبين من اسمه ، يسبب نوعا من التهاب الرئوى . تلى ذلك عزل علماء الأمراض للميكروب من الصفائح الدهنية التى تسد الشرايين التاجية فى مرضى القلب . وربما تكون النوبات القلبية التى تهاجم المدير فى العصر الحديث، ناجمة عن جرثومة أكثر مما ترجع إلى الإجهاد أو إلى الغذاء

غير الملائم للمرض، ولدينا سلسلة من الدلائل الظرفية التي تدعم هذه النظرية، فيبدو أن معدل حدوث النوبات القلبية قد انخفض، ربما كان ذلك بسبب انتشار استخدام المضادات الحيوية التي منعت ميكروب الكلاميديا من تسبب أى أضرار بعيدة المدى .

وتبقى بعض الأمراض الغامضة التي تبدو أنها نتيجة للجراثيم، ولكن لم يحدد سببها. وفي عام ١٩٦٧ وصف العالم الياباني توماساكو كاواساكي لأول مرة مجموعة الأعراض المتزامنة التي تحمل الآن اسمه ، وكانت قد وصفت أصلا بأنها مجموعة أعراض تظهر على شكل عقد ليمفاوية مخاطية، هي السبب الرئيسى لمرض القلب فى الصغار، حيث تؤثر عليهم فى الرابعة من أعمارهم أوقبل هذا العمر ، ولكن ربع هؤلاء المرضى يصابون بضعف خفى فى الشرايين التاجية، فلا تظهر التأثيرات الكاملة للمرض لفترة حقبة أو أكثر، ويهاجم المرض الأوعية الدموية حول القلب ، وقد عرفت حالات عن انهيار الشباب فى سن المراهقة نتيجة انفجار أوعيتهم الدموية. ويتباين حدوث ذلك من أمة لأخرى ، ففي بريطانيا وجد المرض فى عدد أقل من أربعة حالات من كل ١٠٠٠٠٠ حالة طفل فى عمر أقل من خمس سنوات ، ولكن فى اليابان ترتفع النسبة عن ذلك بأكثر من عشر مرات. ولا يزال الاختبار الذى يؤكد أو ينفى الإصابة بهذا المرض غير متاح ، ولا الاستنتاج القاطع لسببه ، ولذلك فالبحث فيه ضرورى جدا، وكذلك زيادة الوعي مما يحمله هذا المرض من تهديد .

ويمكننا أن نتق على أساس منطقى بأن هذا المرض إنما هو نتيجة للإصابة بميكروب حتى لو لم يتم العثور على الجرثومة، حيث تصل إلى قمة تأثيرها فى الأطفال من عمر ٨ إلى ١١ شهرا، وتحدث ٨٠٪ من جملة هذه الحالات للأطفال الذين لم يصلوا إلى الرابعة من عمرهم. وتتطابق أعراض هذا المرض مع تلك الأخرى من أمراض الطفولة . وقد لاحظنا كذلك التزايد والتناقص الموسمى فى حدوث الأوبئة والتجمعات، مثلما يحدث فى الأمراض البكتيرية ، فهى ليست شديدة العدوى لأنها نادرا ما يبدو أنها تنتشر مباشرة من شخص لآخر. ويبدو أنها ربما تكون واحدة من أمراض الطفولة التى نواجهها جميعا، والتى تخلف تأثيراتها نسبة من الضحايا ، الذين سيموت بعضهم فيما بعد . وقد وضعت نظريات عن سبب هذا المرض ، بما فى ذلك البكتريا التى تنتشر بواسطة اللحم، وكثير من الفيروسات بما فى ذلك فيروسات الحمى الراجعة وغيرها مما يصيب الأطفال ، ولكن لم تقدم نظرية من تلك النظريات تفسيراً يصمد للبحث العلمى ، وعلى ذلك ، فيظل سبب هذه الإصابات لغزا لم يتم للآن حله .

تنجم بعض الأمراض عن سموم (توكسينات) تفرزها بكتريا مألوفة مثل البكتريا العنقودية والعقدية وكل البكتريا المعروفة بإنتاج السموم المسببة للأعراض المتزامنة للصدمة. ويشبه مرض كاواسكى بدرجة كبيرة واحدا من هذه الأمراض، وقد يثبت أنه استجابة غير عادية للبكتريا المألوفة ، فكل هذه الأمراض تحدث أعراضها على شكل حمى مفاجئة مع تضخم العقد الليمفاوية مع طفح جلدى يغطى سطح البشرة ويحمر لون الشفتين واللسان ويشعر المريض بالآلام فيهما، وربما يعانى المريض كذلك من التهاب باطن الجفن. وبالرغم من أننا لا نملك شفاء هذه الحالات، فهناك علاجات لها، أحدها مفيد وهو الأسبرين، الذى يبدو أنه يسيطر على الأمراض، وربما حتى يساعد فى منع التأثيرات البعيدة المدى. تبين أن أفضل علاج لهذا المرض هو حقن الوريد بمركب الجاماجلوبولين وهو عبارة عن مركز من الأجسام المضادة المستخرجة من دم المريض . فإذا تم ذلك خلال العشرة أيام الأولى من العدوى ، فإن ذلك كفيل بأن يوهن المرض إلى حد كبير ويخفف من آثاره. وإلى الآن لم يتم التعرف بصفة عامة على طبيعة مرض كاواسكى ، ولذا يحتاج الوالدان إلى معرفة الأعراض التى تعرفهما بما ينبغى عليهما اتخاذه من إجراءات. ويكون المعيار الدقيق لتشخيص هذا المرض هو ارتفاع الحرارة لمدة خمسة أيام، وتوفر أربعة من خمسة من العلامات الآتية :

١- التهاب حاد فى الملتحمة (باطن الجفن) .

٢- احمرار وألم فى الفم واللسان .

٣- ورم واحمرار وتقشر اليدين والقدمين .

٤- طفح جلدى يعم الجسم .

٥- تورم وألم فى غدد الرقبة الليمفاوية .

وتكفى هذه الأعراض الوالدين لاستشارة طبيب فى حالة شديدة تستدعى تشخيصا عاجلا ، والوقت هو الأساس، ومع فهم الحالة يستطيع الوالدان أن يعاودا التأكد من أنه لا تودى كل حالات التهاب الحلق بالضرورة إلى مرض يهدد الحياة. ويؤدى بنا هذا إلى الالتهاب السحائى ، وهو المرض الذى يخافه كل الآباء والأمهات، فكل مرة يصاب الطفل بصدا ع ، فيخاف الوالدان من النتائج الأسوأ، وكل مرة تسجل فيها الصحافة تفشى الالتهاب السحائى ويعلم الأطباء أنهم سوف يغرقون فى المكالمات

الهاتفية القلقة . والالتهاب السحائي هو إصابة السحايا التي هي الأغشية المحيطة بالمخ وتبطن الفجوة التي ترقد فيها. ويمكن أن تحدث الإصابة بواسطة العديد من أنواع البكتيريا والفيروسات، ولكن المرض البكتيري الكلاسيكي الذي ظهر حديثا ضمن الأوبئة المنتشرة بين الصغار ناجم عن البكتيريا المسببة له، وهي بكتريا غير عادية توجد فى أزواج، وسمي هذا الجنس (نيساريا) نسبة إلى إترت نيسار (١٨٥٥-١٩٣٨) البكتريولوجى الألماني والمتخصص فى أمراض البشرة والمشهور بعمله فى الأمراض التى تنتقل نتيجة الاتصال الجنىسى. ويوجد هذا الميكروب فى آدميين، حيث يعيش مسالما فى فتحات أنوف الأصحاء ، وفجأة يعمل على الوصول إلى الأغشية المحيطة بالمخ، حيث تنتج إصابة سريعة وخطيرة للسائل المحيط بالمخ، فتغزو البكتريا -عرضا - مجرى الدم ، مسببة بثورا فى المخ ، وتحدث تأثيرا خطيرا يستدعى بالضرورة علاجا عاجلا. وعادة لا تظهر البكتريا زيادة كبيرة فى مقاومة المضادات الحيوية، فالبنسيلين كاف لإيقاف هذا الميكروب فى معظم الحالات .

وتبقى المشكلة فى توصيل البنسيلين إلى البكتريا المحتمية داخل أغشية المخ، تنعم فى سائل النخاع الشوكى حول المخ وأسفل الحبل الشوكى، ولا تصل حقنة البنسيلين بسرعة إلى داخل هذه المنطقة المحكمة، رغم أن مفعولها كاف ضد البكتريا التى تجرى فى دماء المصاب، بينما يعتبر هذا المرض حالة شديدة الإيلام، حيث تهاجم جسم المريض سياط من موجات ألم لا يحتمل ، تتزايد شدته، فتسوء حالة المريض بمرضى الوقت. وقد أصبت أنا بذلك المرض وتمنيت الخلاص من آلامه بالموت، ولكن تبينت حتى وأنا فاقدالوعى أن الحياة كانت واعدة جدا ومن الخسارة أن أفقدها، وكان المعالجون مقتنعين بأنه لن يبقى لى كثير من الوقت فى هذه الدنيا وأبلغوا أقاربنى بأن أفضل ما يمكنهم عمله هو الصلاة، وكانت هذه أكثر الخبرات إيلاما لى، ولكن لأنها كانت تهدد الحياة ، فالخروج منها حيا يزيد الاستمتاع بالحياة. ويجرى تشخيص هذا المرض فى المستشفى بأخذ عينة من السائل النخاعى وفحصها مجهريا للبحث عن الكائن المسبب للمرض فيها، فيكون ذلك السائل فى الشخص السليم شفافا كالبللور وفى حالات الإصابة بالمرض يكون السائل كثيفا متعكرا يشبه عصيرا مركزا من ماء الليمون المخلوط بالشعير. وكان اقتراحى بعد هذه الخبرة أنه ينبغى أن يحقن الأطباء حجما من محلول ملحي للبنسيلين مساو لحجم العينة التى تؤخذ من السائل النخاعى إثر أخذ العينة الأخيرة ، وسيحدث هذا تأثيرين، أولهما أنه يعادل التوازن

الهيدروستاتي (حيث يمكن أن يتسبب سحب عينة من السائل النخاعي ألما رهيبا)،
وثانيهما أنه يضع جرعة من المضاد الحيوى بالضبط فى المكان الذى يمكنه أن يحدث
أفضل تأثير له ، وينبغى إتمام هذه العملية قبل تحديد هوية الكائن. فهذا العلاج لن
يضر المريض إذا كان الميكروب المسبب للمرض غير موجود، ويمكن أن يتقذ حياة
المريض إذا كان هذا الميكروب موجودا .

وهناك دليل هام على الإصابة بالتهاب السحايا تعلمته من كل هذا، يعرف بعلامة
«كيرنيج» ، فإذا كان المريض لا يستطيع أن يضع ساقيه فى وضع مستقيم أثناء
جلوسه على كرسي ، كما لو كان سيرفعهما مستقيمين أمامه ، فهو مصاب بالالتهاب
السحائى أو يعانى من حالة قريبة من ذلك المرض. ويجوز إجراء هذا والمريض راقدا
على أحد جنبيه ورجلاه مضمومتان، فببساطة لن يستطيع أن يمد ساقيه إلى وضع
مستقيم مع الركبة، فرباط باطن الركبة يصبح مشدودا ويمنع امتداد الساق للأمام من
مفصل الركبة، فإذا ظهرت هذه العلامة، فيلجأ مباشرة إلى الطبيب . وأكثر علامة
شائعة علي هذا المرض هو ظهور بقع على البشرة (لا تختفى حتى لو ضغطت بالجانب
الحاد من الزجاج) . ولكن ينطبق هذا فقط على مرض تعفن الدم، حينما تنمو البكتريا
فى الدم، ولا يسلك الالتهاب السحائى العادى هذا المسلك، ويفضل فى هذه الحالة أن
يحسم التشخيص باستخدام علامة «كيرنيج» .

كانت طائفة كبيرة من الفيروسات والبكتريا فى الماضى تسبب الالتهاب السحائى،
بعضها الآن نادر فى المجتمع الغربى ، وكان ينتج عن الميكروب المسبب لمرض السل ،
وحتى بكتريا التيفويد وكان الموت يهدد الأجيال السابقة دائما ، واليوم أصبح الشفاء
سهلا بفضل العلاج الطبى .

ويذكرنا مرض السل بأحد الأمراض التى كانت قد اختفت بدرجة كبيرة من بلاد
كثيرة، لكن يزداد انتشاره فجأة فى هذه الأيام، فالكائن المسبب لهذا المرض هو أحد
أنواع البكتريا التى تتميز بطبقة شمعية تغطى خليته، ليصعب علي الجسم اكتشافه
ومهاجمته. وقد اكتشف عام ١٨٨٢ بواسطة طبيب الريف الألمانى روبرت كوخ
(١٨٤٣-١٩١٠)، ويعتبر هذا المرض من أمراض الطفولة الشائعة . ومعظم الأطفال
الذين يلتقطونه لم يسبق لهم المرض أبدا، ولا تظهر عليهم أعراض هذا المرض فى
المراحل الأولى منه ، إذ عزلت البكتريا نفسها داخل عقدة متكلسة تظهرها بوضوح
الأشعة السينية (إكس) .

ويستجيب مريض السل للمضادات الحيوية التي ينتجها لمقاومة هذه البكتريا داخل جسمه، حيث يكسبه وجود هذه المضادات المناعة طوال فترة حياته، لأن هذه المضادات الحيوية كانت ترقد في الانتظار، أولا أنه تم تثبيطها بواسطة تلك البكتريا فيما بعد الإصابة .

يوفر هذا مسارا ممكنا للمناعة ضد هذا المرض ، وقد بدأ البحث عن نوع غير ضار من البكتريا يستطيع أن ينشط جهاز المناعة في المريض لإنتاج أجسام مضادة في القرن الثامن عشر، برئاسة فرنسيين من علماء الكائنات الدقيقة هما ألبرت كالميت (١٨٦٣-١٩٣٣) وكميل جورين (١٨٧٢-١٩٦١) وكان كالميت قد تعلم على يد باستير وأسس معهد باستير في مدينة سايجون، وكان قد اكتشف في ذلك المعهد مصلا يقى من ضرر سم الثعبان، وعند عودته إلى فرنسا أسس معهد باستير في مدينة ليل وبدأ العمل مع جورين لحل مشكلة مرض السل . وفي عام ١٩٠٦ أظهر جورين أن الذين كانوا قد أصيبوا بهذا المرض في الصغر اكتسبوا مناعة من الإصابة به في المراحل التالية من أعمارهم، وفي عام ١٩٠٨ وجد أن سلالة شديدة التأثير من ميكروب السل تحولت إلى سلالة غير ضارة نسبيا إذا زرعت على بيئة تحتوى على الصفراء. وقام العالمان بإنتاج سلالات أقل شدة في تأثيرها حتي عام ١٩٢١، وكانا مقتنعين بأن الكائن الذي حصل عليه غير ضار للإنسان - ولكن لا يزال قادرا على قدح زناد المناعة التي وهبت للإنسان طول حياته. وقد استخدمت هذه السلالة في إنتاج اللقاح المعروف باسم بي سي جي (اختصارا لاسم الميكروب العصوى مقترنا باسمي العالمين اللذين اكتشفاه) الذي استعمل لتطعيم الأطفال الرضع في المستشفى الحكومي المسمى (كالميت جورين) في باريس عام ١٩٢٢، ومنذ ذلك التاريخ انتشرت برامج التطعيم الجماعي للأطفال الرضع في بلاد عديدة كالصين واليابان وروسيا وكندا مثلما في فرنسا، واستمر تنفيذ تلك البرامج بصورة جيدة حتى ظهر أثر سلبي خطير في ألمانيا. فخلال تنفيذ برنامج التطعيم في لوبيك في ربيع ١٩٢١، تم حقن ٢٤٩ طفلا بلقاح ال بي - سي - جي، وكانت هذه الدفعة من اللقاح ملوثة بنوع خبيث من البكتريا، وبحلول خريف ذلك العام توفي ٧٣ طفلا متأثرين بمرض السل. وبقي هذا الأثر السلبي في أذهان الكثيرين، مما أبطأ اكتساب الموافقة الدولية على استخدام ذلك اللقاح . وبالرغم من أن ذلك اللقاح كان قد جرب في إنجلترا ، فقد تقرر خلال الأربعينيات من القرن العشرين أن استعمال لقاح ال بي سي جي في بريطانيا «لم يقابل بالتأييد» .

نجح نفوذ البحوث الأمريكية في تقديم هذا اللقاح في عام ١٩٥٠، بينما لم يقرر مجلس البحوث الطبية البريطاني استخدام هذا اللقاح بصفة نهائية حتى عام ١٩٥٦. ومنذ ذلك الوقت أدى التحصين الروتيني بلقاح بي سي جي في بريطانيا وأمريكا إلى القضاء على الإصابة بهذا المرض وفي الحقيقة أنه أوشك موعد إخماد هذا المرض في دول العالم الغربي .

يستعمل هذا اللقاح أيضا لتنشيط جهاز مناعة الجسم في المعركة القائمة ضد السرطان ، وهذه التقنية فعالة فقط في حالة بعض الأورام ، إذ أن لهذه الميكروبات نموات سطحية تستطيع البكتيريا أن تلتصق بها بسهولة، فتستخدم هذه التقنية في علاج حالة سرطان المثانة بنجاح كبير، وهو علاج من أبسط ما يمكن للمرء تخيله ، عبارة عن إدخال معلق من بكتيريا لقاح ال بي سي جي في المثانة من خلال قسطرة وبعد ساعة، يسمح للسائل بالخروج ، وهذا كل ما تتضمنه عملية العلاج، فتختفي الكائنات بواسطة الخلايا السرطانية ، ولكن حينئذ تكتشف كرات المريض البيضاء وجود خلايا لقاح بي سي جي وتبدأ في تدمير الخلايا المحتوية عليها ، وفي ظرف أيام قليلة يلاحظ المريض نزول قطع صغيرة من نسيج لحمي في البول ، وهي كل بقايا الورم. وتبلغ نسبة الشفاء حوالي ٨٠٪ نتيجة اتباع هذه التقنية ، التي تجرى ببساطة بتنشيط استجابة جهاز المناعة للمريض ولا يتضمن علاجا كيميائيا . ومن المشوق أن استخدام لقاح بي سي جي في علاج السرطان واكب تقديم اللقاح للاستخدام ، وهذه التقنية متبعة بتوسع في الولايات المتحدة الأمريكية وأوروبا. ولكن تطبق بصعوبة في بريطانيا. ويعلن الأطباء المتحمسون أن هذه التقنية توفر أكثر العلاجات المكتشفة فاعلية لحالة سرطان المثانة ، لأنها تحدث تأثيرها باستخدام الميكروبات لتنشيط خلايانا للعمل من أجل أنفسنا .

ويثبت السل أنه على أي حال مشكلة أكثر صعوبة، ففي عصر سابق، إذا تعرض بالغ للمرض ، ولم تكن له مناعة من الإصابة به ، فكانت الأتوية العديدة المتاحة في ذلك الوقت تقضي على البكتيريا المسببة للمرض. ومع عدم فاعلية البنسيلين فكان للمضاد الحيوي ستربتومايسين - الذي اكتشف بعد البنسيلين - مفعول قوى ضد هذا النوع من البكتيريا . وبجانب المركب الأخير اكتشف عدة مركبات مثل إيزونيازيد وحامض بارا أمينو بنزويك (ح ب أ ب). ولدى ميكروب السل جينات تمنح المقاومة لكل العقاقير المتاحة ، ولذلك ، أدخلت مركبات أخرى في مجال الاستخدام بما في ذلك الإيثامبيوتول ،

والريفامبيسين والثياسيتازون والبيرازيناميد. وفي نفس الوقت تكتسب البكتريا أنواعا جديدة من المقاومة لهذه المركبات، حيث ثبت أن بعض السلالات الحديثة الاكتشاف مقاومة لكل الأدوية المعروفة، وقد توفي بعض المرضى في السنوات الأخيرة لعدم قدرة الأدوية الحديثة على شفائهم، بينما لم يمكن شفاء البعض الآخر إلا من خلال الاستئصال الجراحي لفص الرئة المصاب، وهي جراحة لم تكن لازمة منذ عقود. ونتيجة لذلك، تجدد الاهتمام بالتحصين ضد خطر هذا المرض، الذي كان قد اختفى من قائمة الأمراض الهامة بالنسبة لكثير منا لأجيال مضت - وعاد بشكل درامي .

ويمكن رواية قصة أخرى عن أحد أشهر سكان الجسم الإنساني ، وهي أحد أنواع البكتريا العنقودية، وفي معظم الأوقات تعيش هذه البكتريا عرضا فينا بدون أن تحدث أية مشاكل. أحيانا تتسلل سلالة منها إلى مجرى الدم من خلال حويصلات الشعر وتسبب بقعا أو بثورا ، وتتمكن بواسطة جيناتها التي تتيح لها إصابة العائل من إصابته بتعفن في دمه إصابة شديدة يمكن أن تكون خطرا على حياته، ولا يزال تعداد الوفيات السنوى في أمريكا ٧٠٠٠٠٠ شخص نتيجة لهذا الميكروب، ولما كانت الميكروبات العنقودية نفسها تعتبر ضمن البكتريا التي تتعرض للهجوم من الفيروسات الملتزمة للبكتريا، فيمكننا أن نتعرف على السلالة الجينية لهذه البكتريا باستخدام الفيروسات الملتزمة التي تتفاعل معها البكتريا كدلائل . وتراقب المستشفيات ميكروباتها العنقودية، وتكون مستعدة للتعامل مع انتشارها ، إذا اكتشف واحدا من تلك الفيروسات الملتزمة. وكان الميكروب العنقودى هو أول كائن دقيق خضع للمعاملة بالمضادات الحيوية، وقد استخدم البنسيلين لتدمير هذا الميكروب في حالات أخرى مميتة. وكان أول استخدام للبنسيلين فى عام ١٩٢٢ ، حينما أسقط الأطباء نقطا من معلق يحتوى على فطر البنسيلين فى عيون أطفال حديثى الولادة مصابة ببكتريا السيلان، حيث احتوى المعلق من البنسيلين ما يكفى للقضاء على البكتريا فى هذه الحالات، فشفي الأطفال من مرض الرمد. ولولا هذه النقطة لحكم على هؤلاء الأطفال الصغار بالعمى. وبينما كان شبح الحرب العالمية الثانية يقترب، تزايد تركيز الاهتمام بالمضادات الحيوية والبنسلين لمقاومة العدوى ، حيث لم يزد هذا الاهتمام حتى ذلك الوقت عن أكثر من فضول معملى، لكنه تحول إلى إنتاج على نطاق واسع . وكانت الاستجابة الناجحة للحالة الأولى التي عولجت به، فى حالة الشرطى المصاب بتعفن الدم - وقد علمت هذه الحالة درسا للأطباء ، بأن البنسيلين يمكن أن يستخدم فى

علاج عموم الأمراض المعدية، وأن إمداداته قد تكون لها القيمة الأعظم على مسرح الحرب . ومنذ الأربعينيات من القرن العشرين أصبح البنسيلين هو الدواء المفضل في مقاومة العدوى بالبكتريا العنقودية .

ومع ذلك ، توفر البكتريا فرصا كبيرة، إذ يمكنها اكتساب جينات من السلالات الأخرى، بالضبط كما حدث مع بكتريا السل، فقد بدأت بعض البكتريا السبحية في اكتساب جينات تمنح المقاومة للمضادات الحيوية، وسرعان ما ظهرت البكتريا المنتجة لإنزيم البنيسيلين، الذي يهدم البنسيلين ويمنعه من تدمير الخلايا البكتيرية. وفي السنوات الأخيرة، ساء الوضع بدرجة ملحوظة، حيث بدأت سلالات جديدة من الميكروبات العنقودية في الانتشار، حيث اكتسبت جينات جديدة تجعل جدر الخلية منيعة ضد الاختراق بواسطة المضادات الحيوية ، وكان العقار الجاهز لسنوات عديدة ضد الإصابة بالميكروبات العنقودية هو الميثيسيلين، وهو عبارة عن صورة مطورة من جزئ البنسيلين ، وتقاوم هذه السلالات الجديدة من البكتريا تأثير المضاد الحيوى (ويختصر اسمها بالحروف م م س أ) ، مما يستوجب البحث عن أدوية جديدة لاستعمالها في القضاء على هذه السلالات .

ويعتبر مركب «فانوميسين» النادر الاستخدام ، هو المضاد الحيوى الأقوى في القضاء على الميكروبات العنقودية ، واليوم تحتفظ المستشفيات بأرصدة من هذا المضاد الحيوى لمعالجة هجمات العدوى بميكروب (م م س أ) ، الآخذة في الانتشار بين العامة، ولكنها أكثر شيوعا في المستشفيات، فتوجد حوالى ٣٠٪ من الميكروبات في المستشفيات في حالة منيعة ضد الميثيسيلين، وترتفع نسبتها إلى ٤٠٪ فى وحدات الرعاية المركزة، ويعتبر مركب «فانوميسين» الوحيد المتاح لعلاج الإصابة بهذا الميكروب فى حالة كثير من المرضى ، ومما زاد فى تعقيد هذا الأمر عزل سلالة جديدة من الميكروب العنقودى التابع للنوع «أوريوس»، كانت قد اكتشفت فى صبى يبلغ الرابعة من عمره فى اليابان ، والتي اكتسبت جينات صفات جعلتها منيعة مناعة كاملة لذلك المركب مما يعتبر أخطر تطور: بالنسبة لأطباء العالم الغربى، فقد كان مركب «فانوميسين» هو الملجأ الأخير لهم . وقد استخدم المضاد الحيوى المسمى «أريبكاسين» فى علاج الصبى الصغير فى اليابان ، وهو نواء نادر، إلا أنه غير مرخص الاستخدام فى الغرب . والأكثر إقلاقا ما تسببه السلالة الجديدة «أيروجينوسا» من نوع «سيدوموناس» من خفض مقاومة ضحايا الحروق ، كما أن هناك سلالة حديثة التعريف

لا تتأثر بأى من المضادات الحيوية المتاحة للاختبار، وحتى اليوم لم يعرف عنها التسبب فى إصابة أى أحد ، ولكن ربما يكون تفشى الإصابة بها مسألة وقت . وبالرغم من كل الإثارة التى تعيب على التباطؤ فى تقدم البحث الطبى ، فلم نشهد تقديم مضادات حيوية للعمل بها منذ أكثر من ٢٠ عاما .

وغالبا ما يقال أن البكتريا تصبح مقاومة للمضادات الحيوية من خلال نوع من الانتخاب التدريجى، ويقول الناس أن استخدام المضادات الحيوية يسمح لأقصى الجراثيم بالبقاء، (إذ أنها تتيح للأجيال التالية) زيادة تدريجية فى المقاومة، وهذا نمط سهل فهمه، ولكن ليس هذا هو حقيقة ما يحدث ، فالبكتريا تحب أن تمارس الجنس مع بعضها، وتكتسب خواصا جديدة عن طريق تبادل الجينات من حين لآخر، وهذا يوضح كيفية اكتساب بكتريا القولون -١٥٧ قدرتها على تخليق سموم قاتلة، حيث تزيد مقاومة البكتريا للمضادات الحيوية عن طريق تبادل الجينات، وليس بالضبط من خلال بعض الآليات الاختيارية لمقاومة التأثير القاتل للمضادات الحيوية، فالحياة أكثر تعقيدا من هذه الآليات ، ولذلك لا يحتمل أن يكون الإسراف فى استعمال المضادات الحيوية هو السبب الرئيسى لمقاومة الميكروبات لتأثير تلك المضادات، لأن السلالات الخطرة من بكتريا السل تصل إلى الغرب من الأمم النامية، حيث المضادات الحيوية نادرة نسبيا ، فإذا كنا بسبيل مقاومة العدوى بهذه الكائنات فى المستقبل ، فسنحتاج إلى فهم لكيفية الوقاية من هذه البكتريا مثلما نحتاج إلى إيجاد طرق جديدة للعلاج .

جذب الانتباه فى السنوات الأخيرة مرض رهيب ، كتبت عنه عناوين تصدرت الصحف ، يقتل ضحيته بسرعة ، حيث تذوب أنسجة المريض متحولة إلى كتل ذات قوام نصف سائل. ويعرف هذا المرض بالموت الموضعى للأنسجة الحية ، وبرغم أنه حديث الانتشار، فهو غير موجود فى عديد من المراجع، وتسببه مجموعة أنواع من البكتريا العنقودية الشائعة بما يكفى، وهى المسئولة عن التهابات الحلق والحالات العارضة من تعفن الدم . ومن بين الأمراض المعروفة جيدا، تتضمن أنواع البكتريا المعروفة باسم الحمى القرمزية والحمى الروماتزمية ، والتهاب الحلق الذى يسمى «الالتهاب العنقودى للحلق» ، وهو مألوف لمعظمنا . وفى الحقيقة ليست كل أنواع البكتريا العنقودية ضارة ، فبكتريا تخمير وتجن اللبن تنتمى كلها إلى البكتريا العنقودية، فاللبن الخيطى المحبوب فى اسكندنافيا ، يتم تخميره بواسطة الميكروبات العنقودية، حيث تنمو البكتريا فى سلاسل طويلة ، تعطى ذلك القوام الخيطى المميز لشكل اللبن الزبادى الناتج .

يوجد عاملان يجعلان بعض أنواع البكتريا العنقودية ضارة بالحياة ، أولهما أنها يمكنها البقاء ككائنات لا هوائية بدون أكسجين، فهي لا تتنفس الأكسجين في العادة، وتستطيع تغيير نظامها الأيضي لتستمر في الحياة بدونه، وثانيهما هي أن بعض سلالات هذه البكتريا تحتوي على جينات تستطيع شفراتها إنتاج سموم (توكسينات) ذات درجة عالية من الخطورة، حيث تتوفر التركيبة القاتلة من هذه الشفرة ؛ فهي تسمح للكائن بالنمو داخل الأنسجة التي تقتل وتتكسر بسرعة بواسطة السموم والإنزيمات التي ينتجها ذلك الكائن من هذه البؤرة للعدوى، فتنتشر السموم، وسرعان ما تظهر منطقة من تسييل النسيج تنتشر بسرعة ، وقد تبدو هذه كحالة يمكن أن تستخدم المضادات الحيوية في علاجها، ولكن حتى لو كانت هذه البكتريا حساسة للمضادات الحيوية ، فلا توجد وسيلة لإيصال المضادات الحيوية إلى موضع العدوى، فالمضادات الحيوية تنتشر خلال الأوعية الدموية، ولكن الأوعية الدموية حول منطقة العدوى تكون قد تحلت ودمرت بفعل الميكروبات العنقودية، فتنتشر السموم أكثر ، ويحدث انتشار سريع لتسييل الأنسجة يتحرك أمام الميكروب المعدي مما يجعل من المستحيل وقفه . والعلاج الوحيد الأكيد لهذه الحالة هو التدخل الجراحي ببتن الأنسجة المصابة بأسرع ما يمكن وتدمير بؤرة الإصابة . ويظل هذا المرض حالة نادرة من الحالات التي تستحق النشر حيثما تحدث. ومع ذلك ، فإن بؤرة مصابة بهذا المرض محاطة بتآكل في الأنسجة تحتاج إلى اهتمام عاجل ، لأن الوفاة يمكن أن تحدث خلال يوم أو اثنين ما لم يوقف تقدم ذلك المرض .

تنجم الأمراض الجديدة التي نواجهها عن طرز مألوفة من الكائنات الدقيقة ، سواء منها حديثة الاكتشاف وحيدة الخلية (مثل الأكانثاميبا) أو بكتريا تم تعريفها حديثا (مثل الكاميلوباكتريا وبكتريا القولون -١٥٧). ويبدو مرض الكاوزاكي المحير كما لو كان مرضا بكتيريا ، بالرغم من أن لا أحد يستطيع حتى الآن أن يحدد ماهيته ، حيث تعقبه الإصابة بقرح في الجهاز الهضمي وسرطان في الأمعاء ، مما يبدو معه الآن ، أن لدينا نوعا من البكتريا مكتشفا حديثا يتسبب في هذا المرض ، كما يتسبب في مرض شرايين القلب التاجية ، الذي يمكن أيضا أن ينجم عن عدوى أكثر من أن يسببه الإجهاد أو نوع الطعام .

ولا يزال علينا أن نكتشف في بعض الحالات السبب الحقيقي لهذه الأمراض، وفي حالات أخرى ننتشى بإعلان توصلنا إلى السبب وراء تفشى أحد الأمراض ، وهو

السبب الذى عادة ما نستشهد به ، ألا وهو الإسراف فى استخدام المضادات الحيوية ، ولكن مما لا شك فيه أننا نفرط فى استعمال هذه المركبات وبطريقة تخلو من المسؤولية، لأنها ترتبط بزيادة هامش الربح .

ثار الذعر العالمى الأكبر نتيجة اكتشاف فيروس جديد، وليس نوعاً جديداً من البكتريا، فالفيروسات أصغر وأبسط من البكتريا ، وتتكون مما يزيد قليلاً عن حزمة جينات صغيرة، وتكون النتيجة أن الفيروسات لا تستطيع التكاثر ذاتياً ، وبدلاً من ذلك، تستخدم جينات الخلايا المضيفة وتجبرها على إنتاج فيروس آخر، فالفيروسات هى قمة التطفل، ولا توجد مضادات حيوية يمكنها شفاء مرض فيروسى، لأن المضادات الحيوية تتدخل فى أداء وظائف وتكاثر الخلايا الميكروبية مع كونها ليست خلايا ، فكثير من الأمراض كالجدري والجديري والتهاب الغدة النكفية تسببها الفيروسات ، ويبقى خط دفاعنا الرئيسى فى التحصين ضد هذه الفيروسات. ولا يوجد حتى الآن نواء علاجى متخصص يخلص جسم المريض من الفيروس. ويصف الأطباء أحد المضادات (مثل الستربتوميسين) ، حينما يعانى المريض من فيروس (كالانفلونزا) ، ليس ليخلص المريض من الفيروس ، وإنما بأمل منع أحد أنواع البكتريا الانتهازية من الأخذ بزمام الجسم الذى أضعفه المرض وتسبب عدوى متزامنة مع الإصابة الفيروسية .

انفجرت مشكلة استعصاء الأمراض الفيروسية على الشفاء فجأة عام ١٩٨٣، بينما كان العالم راضياً عن نفسه. وحدث ذلك بمناسبة اكتشاف فريق من العلماء المتخصصين لفيروس جديد فى معهد باستير الواقع فى باريس، حيث سبب ذلك الفيروس مرضاً سماه العاملون الفرنسيون اختصاراً «سيدا» ، والذى يعرف أفضل باسم «إيدز» اختصاراً لاسمه الذى نعرف ترجمته العربية باسم «الأعراض المتزامنة لفقد المناعة المكتسب» . اكتشف وجود هذا المرض الجديد الغريب لأول مرة فى نيويورك عام ١٩٧٨ ولوس أنجلوس عام ١٩٧٩ حينما أرسلت تقارير عنه إلى مركز التحكم فى الأمراض المعدية لأتلانتا بولاية جورجيا . ولاحظت هيئات نيويورك الطبية على المصابين بهذا المرض تجمعاً مفاجئاً من الورم الخبيث الذى يصيب الأنسجة الضامة والمعروف باسم «ورم كابوس» فى الرجال الشواذ جنسياً. وفى لوس أنجلوس ، ابتليت مجتمعات الشواذ جنسياً بمشكلة مختلفة هى الإصابة بميكروب «بنيوميتيس» ، وتبين لعلماء أتلانتا أن ظروف الحاليتين قد تكون مرتبطة ببعضها ، فالورم الخبيث وميكروب البنيوميتيس محكومان فى العادة بجهاز المناعة الطبيعى فى الأشخاص الأصحاء ،

وبدأ ظهور أن كلا من مجموعتي المرضى كانت تعاني من ضعف المناعة . وبحلول عام ١٩٨٢ بدأ ظهور حالات من النزف الدموي، مما دعا إلى استنتاج أن السبب هو نقل دم ملوث، وأتت الأدلة المعززة لصحة هذا الرأي من فلوريدا، حيث كان مدمنو المنشطات الجنسية يتساقطون بهذا المرض، وكان لوك مونتاجير في باريس قد عزل فيروسا ارتجاعيا في أوائل عام ١٩٨٣، وتلاه في نفس العام عزل فيروس تم تعريفه في أمريكا. وبالفحص الدقيق للفيروس الأمريكي تبين أنه متطابق مع ذلك الذي سبق اكتشافه في باريس . وأصبح معروفا باسم «فيروس نقص المناعة» . وفي عام ١٩٨٦ ظهر فيروس ثان نو تركيب جيني مختلف في مرضى الإيدز بغرب أفريقيا، ومنذ ذلك الوقت تمت دراسة «فيروس نقص المناعة -٢» بتوسع .

ينتمي كل من هذين الفيروسين إلى مجموعة «الفيروسات البطيئة» ، التي كان الطبيب البيطري الأيسلندي بيجورن سيجور دسدن أول من عرفها ، وكذلك نشأ مرض جديد في الأغنام المحلية (الإنجليزية) في الخمسينيات من القرن العشرين بفعل عدوى انتقلت إليه من أغنام مستوردة. تظهر الأعراض الرئيسية لهذا المرض متزامنة بشكل شلل في الأرجل الخلفية مع عدم القدرة على التنفس. وفي عام ١٩٦٢ عرف سيجاردسون أن مجموعة الأعراض المتزامنة للمرض الجديد تتسبب عن نوع من الفيروسات، ثم اكتشفنا نحن فيروسا غادرا يسبب نقص المناعة وأنيميا الخيل ، وتبين أن كلا الفيروسين ينتمي كذلك إلى مجموعة «الفيروسات البطيئة» المنتشرة في أماكن أخرى في عالم الحيوان .

وقد وجد فيروس نقص المناعة المكتسب أولا في الادميين ، ويرجع الكثير من الفضل في فهمنا المبكر إلى الاكتشافات الرائدة لهذا الباحث الأيسلندي المتميز .

وعلى الرغم من أن فرق البحث الفرنسية حددت الفيروس تحديدا صحيحا، استنتج العلماء الأمريكيون أن هذه الفيروسات كانت تنتمي إلى فيروس اكتشف في اليابان عام ١٩٨١ ، الذي عثر عليه في عينات دم من مرضى اللوكيميا (ابيضاض أو سرطان الدم) ، وتحول إلى فيروس يمكنه زرع نفسه في جينات العائل بطريقة استيعادية ، وهذا ما أعطى تسمية (المسترجع أو المستعيد) لهذه المجموعة، التي اكتشف أنها تغزو الكريات الليمفاوية ، وهي نوع من الكرات الدموية البيضاء التي تحرس المناعة في الأصحاء . وقد سمي هذا النوع من اللوكيميا (ه ت ل ف -١) .

وفى عام ١٩٨٤، حدد الفريق الأمريكى برئاسة البروفسور جاللو، هوية نوع آخر من الفيروسات سموه (ه ت ل ف -٣)، ولكن أثبت العاملون الفرنسيون فى معهد باستير أنهم كانوا الأسبق فى اكتشاف ذلك الفيروس المسمى (ه ت ل ف -٣) حيث كانوا قد أعطوه اسم «فيروس نقص المناعة المكتسب»، وكان الأمريكيون يتطلعون إلى المناصب خلال تلك المراحل من البحث بالرغم من أنهم كانوا لا يخلطون من الاعتراف بذلك . وكان أول اختبار ناجح لوجود فيروس نقص المناعة المكتسب «صممه الفرنسيون أيضا فى عام ١٩٨٤ يسمى «اختبار المناعة لامتنصاص الإنزيم» .

ينتشر فيروس «نقص المناعة المكتسب» من شخص لآخر حين تنتقل السوائل البيولوجية من شخص مصاب إلى آخر سليم ، ويشكل اشتراك مدمنى المخدرات فى الحقن بالإبر طريقا واضحا للعدوى، وبالمثل، يشككه نقل مشتقات الدم إلى النازفين ، إذا لم يتم تشييط هذا الفيروس بالمعاملة الحرارية خلال عمليات الإنتاج، ويؤدى إحداث الجروح أثناء الجماع ، وربما يسبب اللواط أو الجرح أثناء نزفا يفسر السبب فى ارتباط المرض بجماعات الشواذ جنسيا وضحايا الاغتصاب. وقد قمت بنشر الفصل الأول عن مرض الإيدز أو نقص المناعة المكتسب ليظهر فى كتاب موجه للقراءة العامة فى عام ١٩٨٥، وكانت خواتيم ذلك الفصل مشوقة لتأمل أحداث الماضى ، فقد انتهيت إلى أنه لا وجود لأخطار من العناية بمرضى الإيدز على الفريق الطبى ، وأن انتشار الفيروس بين الذين يمارسون الجماع الطبيعى غير متوقع نسبيا. وكان هناك كلام كثير عن زيادة الناتج من هذا المرض نتيجة الجماع الطبيعى ، ولكن هذا يوجد غالبا فى البلاد الأفريقية ، حيث تنتشر فى نفس الوقت أمراض أخرى نتيجة العدوى بالاتصال الجنسى. وفى حالات كهذه ، يمكن أن يكون الفيروس محمولا فى مجرى الدم بواسطة نوع محتل من البكتريا، وفى الوقت نفسه، كانت هناك حملة صادقة لتحذير الجماهير من أخطار الإيدز ، وربما كانت الإعلانات التجارية فى التليفزيون البريطانى الأسوأ فى هذا المجال، فقد عرضت مشاهد غاية فى الروعة والغموض لانهيال شواهد القبور الجرائنية على المشاهد السيئ الطالع . وأهدرت ملايين من الجنيهات الإنجليزية على هذا المجهود غير المرشد. فى ذات الوقت اتصل بى عدد من الأزواج المتزوجين الذين على الرغم من إخلاص كل منهما لشريك حياته - وليسوا ضمن المجموعة المعرضة للإصابة بالمرض - كانوا مرتعبين من استخدامهم العوازل الطبية (لمجرد تجنب الإصابة بالإيدز) ، وفى مواجهة تلك الحملات، لا أزال أشعر براحة الضمير من جراء

توضيح المدى المحتمل لهذا الوباء الجديد الخطير ، فيشكل الإيدز بلوى مرعبة، ونادرا ما شعرت بحزن أكبر من الحزن الذى شعرت به عند التحاقى بأعمال المساندة فى كاليفورنيا ، حيث تصرخ الأجسام المنكمشة للضحايا طالبة العون. وفى بعض الأمم حيث تزايد الزنا مع مرور السنين ، وصلت الإصابة بالإيدز إلى مستويات مروعة . ولكن الوباء لم يهلك القسم الأعظم من مجتمعات الكرة الأرضية ، كما سبق أن تهددت والذى لذلك فى إمكاننا العمل على الخلاص منه .

وكما استنتجت فى عام ١٩٨٥ ، فإن فيروس نقص المناعة المكتسب ليس مرتفع القدرة على العدوى ، فبدون الاتصال المباشر لسوائل الجسم لا تحدث العدوى من شخص لآخر . وبذلك ، فإنه لا ينتقل بمجرد الملامسة أو استنشاق الهواء ، ولهذا السبب ، فنحن محظوظون، فالفيروسات كائنات انتهازية بدرجة كبيرة، وأكره أن أتخيل العواقب التى كانت تنجم عن احتمال انتشار فيروس مرض رهيب كهذا بالسهولة التى تنتقل بها الانفلونزا. ومن غير المحتمل أن تكتسب الفيروسات البطيئة تلك الخاصية، لأنها لا تنتمى إلى نفس العائلة من الفيروسات كأولئك الذين ينتشرون عادة بفعل السعال والزكام ، ويجدر بنا أن نأمل أن هذه الجينات لم تكتسب قط بواسطة هذه المجموعة . فإذا كانت صفة سهولة الانتقال قد اكتسبت بواسطة فيروس قاتل، فهذا كفيل بأن يتهجى حروف النهاية للحضارة الإنسانية كلها. فكما رأينا ، انتهت الحضارات الكبرى لقبائل مثل الأزتيك والميكستيك والإنكا بفعل الإصابة الشديدة بالجدرى التى انتقلت إليهم عبر المكتشفين الأوربيين. وكان الغزاة الأوربيون محظوظين منها بفعل مناعتهم ضد الفيروس لطول تعرضهم لتلك الفيروسات فى صورها الضعيفة والخطيرة ، ولكن بالنسبة لسكان أمريكا الوسطى الراقين والمتحضرين، فقد قضى الفيروس على نظام كامل لحياتهم .

وتتركز الإصابة بفيروس نقص المناعة المكتسب فى كريات اللمف المعروفة باسم (ث-٤)، والتى هى الكرات البيضاء الأميبية التى تشكل النظام الأساسى فى استجابتنا المناعية للأمراض ، فهى تعرف بأنها «خلايا معاونة» وهى تتجول فى الغدد الليمفاوية ، والنخاع المنتج للدم، والطحال، والغدة التيموسية . ونتيجة لتسلط الفيروس على جهاز المناعة، تفقد كريات الليمف (ث-٤) قدرتها على مساعدة هذا الجهاز وتبدأ فى إنتاج موجات من فيروس جديد ينتشر قدما خلال الجسم . ولا ننسى أننا نتعامل مع فيروس بطيء ، فتستغرق الأعراض وقتا طويلا قبل الظهور. وقد اكتسب المرض نفسه

أعراضا متزامنة لنقص المناعة المكتسب (الإيدز)، الذي نادرا ما يظهر خلال ستة أشهر من العدوى به ، ويستغرق أحيانا عددا من السنين ليظهر . وبعض المرضى الذين أصابهم المرض منذ عقد لا يزالون في لياقة واضحة. تكون الأعراض الأولى لهذا المرض غامضة ومن النوع المعتاد حدوثه لدى معظم الناس من وقت لآخر ، وتتضمن هذه الأعراض فتور الهمة، والشعور بالتعب، والإسهال والحمى المتقطعة ، وقد يتردد وزن الحجم بين الزيادة والنقصان بدون سبب ظاهر، وتضعف الشهية للأكل ، ويحدث تورم خفيف للغدد الليمفاوية في أعلى الفخذ أو الإبط أو العنق، وقد تختفى هذه الأعراض قبل أن يبدأ ظهور المرض الحقيقي، ولذلك قد يحمل المرضى الفيروس بدون حتى أن يعلموا بوجوده في أجسامهم. وبينما يتقدم المرض تبدأ خلايا ث-٤ في الظهور ليتم لها السيطرة عليه كعادتها مع الأمراض التي تصيب الجسم. وربما تدل أعراض الورم الخبيث المسمى كابوسى، والذي يعد نوعا من السرطان ، حيث يظهر على البشرة بشكل نموات ذات لون ضارب إلى الأرجوانى، فيتخذ ظهوره كدلالة محتملة علي الإصابة بالإيدز ، كما تعتبر إصابة الرئة بالأمراض مرتبطة بالإيدز ، فهذه الكائنات الدقيقة وحيدة الخلية تعيش في أجسام الأصحاء حيث يستطيع جهاز المناعة أن يتخلص من الجراثيم ، ولكن ضحية الإيدز تفتقر إلى هذه الاستجابة الفعالة ، وذلك هو السبب في تمكن المرض .

وتقترح نتائج البحث أن فيروس نقص المناعة المكتسب كان موجودا منذ عهد أبعد مما تصورنا، فالحالات التي يظن أنها حدثت في زائير عام ١٩٧٦ واختبارات عينة مصل الدم أكدت أن الفيروس كان موجودا في ٢٥٪ من السيدات الشابات في كينشاسا منذ ١٩٧٠، قبل أن يحدث اكتشافه ، وأعلن أن أسلاف هذا الفيروس كانت منتشرة في جماعات القردة حول بحيرة فيكتوريا . ومنذ ذلك الوقت ، أظهرت عينات الأمصال، التي خزنت في المستشفى من مرضى توفوا منذ عهد بعيد ، احتوائها على أدلة تفيد وجود ذلك الفيروس ، حيث كان موجودا بالتأكيد بمعدل منخفض في الأوروبيين منذ الخمسينيات من القرن العشرين ، ولكن عوامل انتشار إدمان المخدرات والشنود الجنسي في الثمانينيات من هذا القرن وفرت له الظروف الملائمة للظهور كسبب لوباء كبير . وتظهر جينات فيروس نقص المناعة المكتسب تباينا ملحوظا ، فلا يملك الفيروس أى وسيلة لتصحيح أخطاء النسخ بحيث ينتقل الجين من حالة الاستقلال إلى الاندماج في التركيب الجينومى للعائل ، وبالتالي يقدم النسخ الاستعادي جينا

مغايرا من كل ١٠٠٠ جين منسوخ، وقد يكون هذا تصميمًا هندسيًا، أكثر منه صدفة، لأن ذلك يعنى أن الفيروس يحافظ على طائفة من السلالات ذات التباين الجيني، ولكنه عندما يواجه جهازنا المناعى اليقظ، يستفيد الفيروس من التغير فى جيناته، مما يجعل التخلص منه صعبا ، والسبب كما أحسه هو فشل الفيروس فى تصحيح جيناته التى ربما بسبب تصميمها الهندسى يظل البعض منها (فى مركز الفيروس) غير متغيرة بدرجة ملحوظة. ويوجد التباين الأكبر فى البروتينات التى تكون الغلاف حول الفيروس، وأن هذا هو التغليف الخارجى الذى يحاول جسم العائل أن يتعرف عليه ، فيحتال الفيروس على البقاء بعيدا عن متناول جهاز المناعة بتغيير مظهره ولهذا الفيروس طائفة محدودة من العوائل، فمنذ عام ١٩٨٢ ، أظهر قدرته على الانتقال إلى الشمبانزى، ولكن لم يتطور المرض فى تلك الحيوانات، فظل تأثير العلاج غير قابل للتقييم. ولا يزال تأثير عقار (أ. ث. ز) الذى يستخدم على نطاق واسع، وأعلنت تأثيراته المضادة لأضرار الفيروسات، ولكن يظل هذا غير محقق فيستعمل العقار عند اليأس من تحقق الشفاء والرغبة فى تحقيق أى تحسن فى حالة المريض . وعلى الرغم من أن الطريقة التى يتغير بها الفيروس تجعل تطوير اللقاح لمواجهة هذا التغير يبدو غير مرجح ، فيبقى الأمل فى أن يتيح لنا هذا التطوير قهر ذلك البلاء .

تتميز الأمراض الفيروسية الأخرى الجديدة ، ليس فقط بالنمو البطيء التدريجى بحيث يمكنه الرسوخ قبل أن يكتشف ، ولكن نتيجة للدرامية والتأثير القاتل لذلك الفيروس. وأكثر الفيروسات خطرا هو فيروس «إيلوبا» الذى يسبب وفيات بنسبة مرتفعة تصل إلى ٩٠٪ ، وهو الوباء الأول الذى حدث فى زائير عام ١٩٧٦ ، حيث كانت الإصابة به التى يبدو أنها مرت خلال فترة حضانة حوالى ١٦٤ يوما، تبدأ فجأة بشكل درامى، فيعانى المريض من حمى موجعة جدا تتخللها قشعريرة ، مع فقد الشهية وألم فى الأطراف . وسرعان ما يعقب هذه الأعراض قىء، والتهاب الحلق ومغص فى البطن وإسهال، ويصبح المريض قاتر الشعور، ضعيفا، ويصاب بالجفاف . ويبدو المريض قد فقد إحساسه بالزمان والمكان ولا أمل فى شفاؤه. ويهاجم الفيروس الأوعية الدموية وتبدأ الأنسجة فى التداعى خلال أيام . ويبدأ المريض فى النزف من الرئتين والأمعاء واللثة، كما ينفجر الدم من البشرة. وتعلن هذه المرحلة من النزيف قرب حلول الوفاة التى تحدث نتيجة صدمة شديدة وفقد فى السوائل من أنسجة الجسم المنهارة، وكانت هناك أكثر من ٨٠٠ ضحية للوباء الأول الكبير الذى انتشر عبر زائير والسودان . وفى

زائير توفى ٨٨٪ من الضحايا بينما كانت نسبة الوفيات فى السودان ٥٣٪. وقد تم تشخيص حالة واحدة فى العام التالى فى زائير، وكان هناك انتشار آخر صغير للوباء فى السودان فى موقع الوباء الاصلى الذى حدث عام ١٩٧٩. ولم يعثر على هذا الفيروس فى القروء ، بالرغم من العثور على فيروس ينتمى إليه فى قروء الفلبين ، وألهمت مأساوية هذا المرض مخرجى السينما التى صورت الصور المرعبة لأعراض هذا المرض .

ينجم مرض القروء الخضراء عن الإصابة بفيروس ماربورج الذى سُمى طبقا لاسم مدينة ألمانية، حيث لوحظ المرض الذى انتشر مرتين، أولا هما فى ١٩٦٧ فى ماربورج وثانيتها فى بلجراد، عاصمة يوغوسلافيا. وقد نشأ هذا الفيروس فى القروء الأفريقية الصغيرة المستوردة من أوغندا للأغراض التجريبية، فقد كانت هناك ٢٥ حالة من العدوى بهذا المرض انتقلت من القروء، منها ٧ انتهت بالوفاة، وكذلك ٧ ضحايا التقطت العدوى من أول موجة لها . ومنذ ذلك الوقت تناثرت حالات عارضة عبر كينيا وزيمبابوى وجنوب أفريقيا . ويحتوى فيروس الماربورج والميلوبا على جينات متشابهة. ويشكل فيروس «رستون» عضوا ثالثا فى المجموعة ج ، فهو معد للإنسان، ولكن لا ينتج عنه مرض خطير. وكانت قد صدرت تقارير عن عزل أنواع أخرى لنفس المجموعة من القروء بالرغم من أنها لم تسبب أوبئة أخرى بين الادميين . وتشبه أعراض الإصابة بفيروس «ماربورج» تلك التى يسببها فيروس «إيلوبا» القريب له، على شكل نزيف من الأنسجة خلال الجسم كله ، بما فى ذلك الكبد والطحال والكلى، وقد جربت لقاحات، لكن لم يمنح استعمالها مناعة للحيوانات تتحدى بها ذلك الفيروس فيما بعد . وهذه الأمراض خطيرة جدا . وسنحتاج إلى الاحتراس منها والسيطرة على منع انتشارها فى المستقبل .

وقد سجلنا الإصابات الفيروسية الواردة من أفريقيا منذ الحرب العالمية الثانية، فقد تم التعرف على الحمى النزيفية الأرجنتينية، الناجمة عن فيروس «جونين» فى عام ١٩٥٧ كمرض قاتل وصل إلى أقصاه فى شهر مايو. وفى عام ١٩٥٩ تم التعرف على مرض مشابه سببه فيروس «ماشوبو» فى بوليفيا، حيث تفشت الحمى النزيفية عام ١٩٦٣/١٩٦٤ مسببة مئات الحالات المرضية ، ويعرف عنه حاليا أنه سلالة أخرى ، وفيروس «جواناريتو» الذى تم تعريفه فى فنزويلا عام ١٩٩١، والذى لابد وسيدرك

الذهن القوى الملاحظة أنه يسبب مرض نقص المناعة المكتسب . وكل هذه الفيروسات لديها مستودعات طبيعية فى القوارض التى تعيش قريبا من القرى. تنتمى حمى «لازا» إلى نفس المجموعة، وكانت قد تم تحديد هويتها فى عام ١٩٦٩، وكانت تستوطن غرب أفريقيا من السنغال إلى الكاميرون. وكنت قد زرت مؤسسات المستشفى فى غرب أفريقيا حيث يتعافى المرضى بمثل هذه الأمراض، وأنه لما يلزمنى من الأفكار التحقق من التأثيرات الخاصة لهذه الأوبئة على ضحاياها، فهناك أصداء لها منذ عصور مبكرة فى أوربا حين سيطرت أوبئة مثل طاعون الموت الأسود (لا يزال موجودا فى الولايات المتحدة) والجدرى، ولا تزال تملك زمام السيطرة على المجتمع الإنسانى ، وكثير من الأمم تواجه يوميا حالات نشعر بالفخر لقهرها فى مجتمعاتنا . فهذه الحميات النزيفية، بما فيها الذى يسببه مرض «لازا» وغيرها تتضمن نزيفا من الفم والأعضاء الداخلية وتلف جسيم فى الكبد ، والتى تؤدى لوفيات نسبتها ١٦٪، بالرغم من أن معظم المرضى يشفون، فيستغرق الإبلال من المرض وقتا طويلا ومضنيا .

وتسبب مجموعة كبيرة من الفيروسات تسمى «فيروسات هانتا» الحمى النزيفية الكورية التى تسبب انهيار الأنسجة الداخلية . ويظن أن المرض كان موجودا منذ قرون، ولكنه سجل فى الوثائق الطبية للغرب فى ١٩٥١، حين تفشى بين أفراد قوات الأمم المتحدة المعسكرة فى كوريا، حيث أصاب أكثر من ٣٠٠ شخص وسبب الوفاة بنسبة تقرب من ١٥٪ . وقد قام هو وانج لى فى ١٩٧٨ بتحديد المسبب الذى سمي «فيروس هانتان»، الذى زرع لأول مرة فى عام ١٩٨١ ، وأوضح البحث الدولى أنه يسبب انتشار المرض فى الشرق الأقصى، بما فى ذلك كوريا والصين وروسيا الشرقية . وتتراوح فترة حضانة هذا المرض بين أسبوع وأسبوعين قبل حدوث حمى شديدة مفاجئة مصحوبة بألم رهيب فى العضلات والعينين، يتبعه نزيف منتشر وتورم الأنسجة نتيجة للرشح، ويموت ثلث المصابين بالحالات المميتة خلال هذه المرحلة بتأثير صدمة شديدة. ويتبع الأعراض السابقة اختلال وظائف الكلى، وقد يصبح فشل القلب ظاهرا، وقد تستعيد الكلى وظائفها الطبيعية ويتسم الشفاء المحتمل للمرضى بإخراج كميات كبيرة من البول، وهى عبارة عن السائل الناتج عن تخلص الجسم من النسيج المريض ، ويستغرق التعافى من هذا المرض عدة شهور .

يعيش هذا الفيروس فى الجرذان والفئران ، ويبدو أن المرض ينتشر من خلال الملامسة مع التراب الناتج عن نفايات القوارض . وتوجد بعض اللقاحات الآن تحت

الاختبار فى الشرق الأقصى ، بالرغم من وجود الأدلة الحاسمة على فاعليتها لا زالت تحت النشر والطبع ، وأنت لا تحتاج لأن تجد الفيروس لتحديد أين كان ، فيمكننا أن نحدد مكان انتشار الفيروس بالنظر فى الأجسام المضادة لذلك الفيروس فى عينات الدم . ومن الطريف أنه على الرغم من أنه لم يسجل أى تفش لتلك الفيروسات فى الولايات المتحدة الأمريكية فيمكنك أن تجد عينات دم من آدميين وجرذان يدل اختبارها على وجود أجسام مضادة لهذه الفيروسات .

ويتم التعرف بانتظام، مع تقدم البحث، على فيروسات جديدة. وفى حالات عديدة، توفرت لدينا أدلة على وجود أسباب لم تعرف للمرض، منذ زمن طويل قبل اكتشاف الفيروسات نفسها. ففي أواخر الأربعينيات من القرن العشرين، حدثت محاولات فى أمريكا لتوضيح أن الإسهال يمكن أن يتسبب عن إصابات لا علاقة لها بالميكروب. وقد قام المختبرون بترشيح عينات براز مرضى بأمراض معوية ، مع قيامهم بترشيح السوائل لاستبعاد كل جسيمة (بما فى ذلك كل خلية ميكروبية) ، وحين نشرت عينات من كل مريض على البيئة القياسية لمزرعة البكتريا، لم تظهر علامة للنمو، فقد استبعد الترشيح كل الميكروبات ، وبالعكس، فحين أعطى هذا الراشح ، سرعان ما ظهرت عليهم أعراض النزلة المعوية ، وبهذه الطريقة خمن العلماء وجود فيروس يسبب الإسهال ، حتى لو لم يكن أحد يعرف ماهيته، وقد أعطت المستشفيات للمتطوعين أسماء حيث أجريت التجارب وبذلك يكون لدينا عامل «مارسى» (نسبة إلى المستشفى الحكومى مارسى ، فى أرتيكا بنيويورك)، وعامل «نبيجيتا»، (نسبة إلى نبيجيتا بير فيكتشار باليابان). ولم يحدد أحد الفيروس الذى يسبب النزلة المعوية ، حتى منذ الجيل السابق ، وفى الحقيقة، فلم يظهر أول بحث يصف الفيروس فى حالة الإسهال حتى عام ١٩٧٢، وقد نتج هذا البحث عن المرض المسمى «قىء الشتاء» الذى أصاب نصف المعلمين والتلاميذ فى مدرسة ابتدائية فى نورفولك بولاية أوهايو. وكان المتطوعون قد تناولوا راشح أولئك المرضى الذى نتج عنه أن المستخلص الخالى من البكتريا يمكن أن ينقل المرض. وقد استخدم الميكروسكوب الإلكتروني لاختبار مركبات تلك العينات، حيث شوهدت جسيمات دقيقة للفيروس لأول مرة . وسرعان ما أظهرت هذه التقنية عائلا للفيروسات الجديدة، بما فى ذلك فيروسات مرض التهاب الكبد من النوع (أ) . وفى العام التالى تم تحديد «الفيروسات الدوارة» المعروف عنها الآن أنها السبب فى وباء عالمى يصيب ضحاياها بالاضطراب المعوى، الذى نسميه «الإنفلونزا المعوية» الذى

أصبح معروفا جيدا ، بالرغم من أنه يمكن أن يهدد حياة الأطفال ضعفاء الصحة أو سيئو التغذية .

يموت من جراء الإسهال خمسة مليون طفل سنويا ، وقد بدأنا فى تبين أن الفيروسات تكمن وراء كثير من هذه الحالات، فمثلا نجم خمس تلك الوفيات عن الإصابة بالفيروسات الدوارة ، وذلك أن مليون حالة وفاة سنويا تتسبب عن جرثومة تعرفنا عليها فى السنوات الحديثة فقط. وتنتشر الفيروسات الدوارة على نطاق واسع فى الحيوانات والادميين . ويتركز انتشار هذه الجرثومة فى أوربا خلال الأشهر الباردة، بينما ترتفع الإصابة بها فى الولايات المتحدة إلى حدها الأقصى بدءاً من الجنوب الغربى كل نوفمبر وتتحرك لأعلى عبر الولايات المتحدة حتى تصل إلى نيو إنجلاند فى مارس. وليس هناك حد أقصى موسمي للإصابة بهذا الفيروس، فتحدث حالات على مدى العام. وتبدو الأعراض القليلة لهذا المرض الذى يصيب الأطفال فى أعمار تقل عن شهرين أو تزيد عن سنتين، كمظهر لذلك المرض أن الفيروس ينتج أسوأ تأثيراته داخل تلك المجموعتين. وأحيانا يلتقط البالغون المعرضون للإصابة هذا الفيروس أيضا، حيث يمكنه إحداث النزلات المعوية. وفى معظم حالات إصابة الأطفال بهذا الفيروس، تظهر عليهم الأعراض فى صورة إسهال وارتفاع الحرارة والقيء ، وتحدث فى حالات نادرة (١٪) من الإصابات أن يكون البراز مدمما، وفى العالم الغربى تنتهى ثلث حالات الأطفال فى المستشفى. ورغم محاولة استخدام اللقاحات الواقية، إلا أنها لا تكون فعالة دائما . وقد كان هناك كثير من التأكيد على وجود أجسام مضادة للفيروسات الدوارة فى لبن الأم ، الأمر الذى لم يتأكد بالبحث تأكيدا يعتمد عليه. والعلاج القياسى لهذا المرض هو منع الجفاف بواسطة محلول سكرى ضعيف مذاق فى محلول ملهى ، ولكن هذا لا يحقق الشفاء الكامل، وهذا ما يقال أحيانا ، فالأطفال الضعفاء الذين يعطون كثيرا من علاج منع الجفاف تتكون لديهم مستويات مرتفعة من السكر والملح فى الأمعاء، ويؤدى هذا إلى إزالة الماء من الجسم، ربما أسرع من ذى قبل. وكانت هناك حالات حيث اضطر أطباء الأطفال إلى أن يتغلبوا على مشكلة طفل يعانى من نوبات مرضية كمضاعفات إضافية للحالة، وتكون النتيجة المزيد من جفاف السوائل التى تناولها الطفل من أبويه القلقين. فإذا أمكننا أن نطور لقاحا يعتمد عليه (أظهرت أفضل المحاولات ما لا يزيد عن ٧٠٪ فاعلية)، فيمكننا حينئذ أن نخفض معدل حدوث تلك النزلات المعوية للأطفال إلى حد كبير، وهنا تتاح لدينا فرصة لتقليص ثقل هائل من

المعاناة المستشرية فى العالم، التى يحدث معظمها فى الدول النامية. ويوفر لنا تعرفنا على فيروسات جديدة بعضا من تحديات مستقبلية واعدة، نأمل من خلالها الوصول إلى نتيجة حاسمة تنقذ حياة الناس فى العالم.

وأخيرا، دعنا ننظر فى تفاصيل فئة جديدة من الأمراض التى سنناضل من أجل أن نفهمها؛ فمن هذه الحقائق الجديدة نستطيع أن نتعلم دروسا قد تكون غاية فى الأهمية بالنسبة للقرن الواحد والعشرين، فالبشرية تواجه الآن مرضا جديدا لا يندرج تحت أى من فئات الأمراض التقليدية، ألا وهو «جنون البقر»، الذى وضعت نظريات عديدة لتفسير انتشاره بين الماشية البريطانية، ولا زلنا نحتاج إلى معرفة المزيد عنه، فهو بلوى قاتلة للماشية، وإمكانية الشفاء منه غير معروفة، وقد تم ذبح مئات الآلاف من الماشية فى محاولة متأخرة لقهر المرض، الذى يقدم عدیدا من الدروس التى يجب تداولها فى المستقبل. فما زلنا نواجه أمراضا جديدة تسببها طائفة من الكائنات الدقيقة. ولكن مرض جنون البقر يظهر أنه لا ينضوى تحت أى من الفئات المعروفة من الأمراض. وطبقا للنظريات الجارية، فالعامل المسبب له ليس نوعا من البكتريا، ولا حتى فيروسا، ولكنه يتخذ شكل بروتين مرتفع المرونة والقدرة على العدوى، وهو لا يحتوى على مادة وراثية على الإطلاق، ولا يتأثر بالمطهرات التقليدية أو بالتعقيم الحرارى. وهذه الدروس مهمة هنا: لأن الجينات لا تستطيع أن تحتفظ لنفسها بكل سر التضاعف، لوجود عميل هنا يفتقر إلى جينات من أى نوع. ومن الواضح أيضا أن جنون البقر يمكنه الانتقال إلى الضحايا الآدمية، ولذلك، فقد استرعى هذا المرض انتباهها عالميا واسعا، من ناحية بسبب تميز العوامل الآتية التى تجعلنا نخافه كثيرا :

● الأول : طبيعته، فهو ليس بمرض يمكن أن يتحسن ببساطة، ففي هذا المرض الرهيب ينهار الذهن، حيث تظهر الفجوات متناثرة فى نسيج المخ، ويوجد شئ ما بالذات ينبئ بتعرض المخ للهجوم .

● الثانى : هناك نتيجة، فكل الحالات كانت مميتة، ولم يحدث أبدا أى شفاء منها، فقد كان الموت بالمرض مؤكدا دائما .

● الثالث : هذا المرض غادر، كتطوره بالتدريج قبل أن يكتشف ؛ من الممكن أن ينتقل من خلال ما تعود معظم الناس أن يفعلوه منذ آلاف السنين، وهو أكل لحم الماشية، فهو ليس نتيجة لسوء الظروف الصحية أو الإهمال، كما فى حالة تسمم الغذاء .

● الرابع: هو المصدر الغامض، وهذه حالة خلافة، فليس هناك ميكروب متسبب، وليس هذا هو فيروس «جنون البقر». وكان الجمهور يراقب كشف النقاب عن تركيب المادة الوراثية (دنا) التي وردت عنها تقارير من معامل العالم. وكل ما يعرف عن العدوى كان دائما يستهدف صميم المادة الوراثية (دنا) أو (رنا - الرسول) ، ولكن المرض الجديد لا يبدو حتى أنه يحوى أيهما، وهذا نوع جديد من العدوى .

● وحينئذ يبرز دور إعطاء النصيحة للناس ، من خلال موضوعات متخصصة يحب الجمهور أن يتلقى أفضل النصح المتاح بشأنها ، وقد صممت الحكومة على ألا تعرض الادميين لأى مخاطرة لفترة عشر سنوات . فقد قالت أن علينا أن نتنبه إلى نصيحة العلماء .

وقد علمنا أنه لا يوجد دليل على أن هذا المرض من البقر يمكن أن يسبب (مرض كرويتزفلد - جاكوب) فى الادميين ، ولكن كلمات تحذير عديدة كانت صدرت .

● والبعد الكبير السادس لهذه الحلقة التاريخية هو شعور العامة بالخوف . فالناس لا تعرف إلى أين تذهب، أو تلتفت، ومن تسأل ، وجرى الإعلام بصورة سيئة، فالمعلومات التى تم بثها كانت مضللة ، والحقائق مخفاة: بدأ كشف النقاب عن الوباء الجديد فى إيستر عام ١٩٨٥، حين استدعى الجراح البيطرى كولن هويتكار إلى مزرعة فى «حدائق إنجلترا» بمقاطعة كنت لعلاج بقرة مريضة، وبعكس المؤلف فى الحيوانات أنها سهلة القيادة، لينة العريكة؛ كانت البقرة عصبية وعدوانية تجاه المزارع ، حيث كانت أعراض المرض تشبه أعراض مرض «دوار البقر» الذى عرف منذ قرون، وينتج عن نقص عنصر المغنسيوم فى الغذاء ، ويمكن علاجه بجرعات من المغنسيوم تضاف للغذاء. وسرعان ما تحقق المستر هويتكار من أنه كان يشهد شيئا شديدا الاختلاف؛ حيث بدأ أشبه بالجرب الذى يصيب الأغنام ، وقد انتقل فجأة إلى الأبقار، فنقلت الحالة إلى عناية المعمل المركزى البيطرى فى ويبريدج سارى ، حيث استنتج د. جيرالد ويلز أحد المتخصصين فى علم الأمراض، وجود حالة سابقة غير مسجلة من هذا المرض . وتعد البقرة «دايزى» أكثر ضحايا مرض «جنون البقر» شهرة ، فعملها ٥ سنوات، وكانت من نوع الفريزيان ذى اللونين الأسود والأبيض، الأكثر شيوعا - كحيوان لبن - فى بريطانيا، وكانت دايزى هي الحيوان سبىء الحظ التى تم تصويرها بالفيديو لتسجيل تطور مرض «جنون البقر». هذا المرض الذى كثيرا ما يعاد عرضه فى

التليفزيون، فمشيتها غير المتناسقة فى حالة جسمها المتدنية تنعكس فى سلوكها المهتز والعصبى، حيث حاولت بانتظام أن تحك رأسها، إما بمقدمة حافرها أو بالحائط، وفجأة فقدت قدرتها على السير. ويوفر شريط الفيديو توضيحا بالرسم للتسلسل الرهيب الذى تم به التقاط مرض «المخ الإسفنجى»، وكان أصغر الحيوانات التى التقطت المرض يبلغ من العمر ٢٠ شهرا ، وأكبرها سنا يبلغ ١٨ عاما. ومع ذلك، فنحن نعتقد أن لهذا المرض فترة حضانة طبيعية يبدو أنها تتراوح من سنتين ونصف إلى عشر سنوات .

هل يمكن أن نتعلم دروسا من المعرفة المتاحة الآن عن مرض «جرب الأغنام» الذى يحتمل أن تكون أول حالاته قد ظهرت فى البلاد الناطقة بالإنجليزية ، فى أغنام المارينو المستوردة من إسبانيا فى القرن الخامس عشر، والذى أعطى منذ ذلك الوقت عددا من الأسماء منها على سبيل المثال : «كساح الأطفال الحيوانى»، حيث كانسمى بغير حق «حمى الخيل»، وهو مرض يصيب الحيوانات الأليفة، ولا علاقة له بالمرض نفسه . وفى عام ١٧٥٩ سماه الباحث الألمانى ليوبولد ، فى ألمانيا «مرض الخبب» ، وسجل وصفه التقليدى، حيث كتب :

«تعانى بعض الأغنام أيضا من «الجرب» الذى يمكن التعرف عليه بحقيقة أن الحيوانات ترقد وتعض أقدامها وأرجلها الخلفية، وتحك ظهرها قبالة الأعمدة، ويبطؤ نموها، وتتوقف عن الرعى، وأخيرا تصبح كسيحة .. وهذا المرض غير قابل للشفاء. والحل الأفضل لذلك هو أن يتخلص الراعى بسرعة من الأغنام التى تعانى من المرض ويذبحها بعيدا عن أراضى الرعى، فينبغى على الراعى أن يعزل مثل هذه الحيوانات فورا بعيدا عن القطيع السليم، حيث يمكن أن تسبب قدرتها على العدوى ضررا خطيرا للقطيع» .

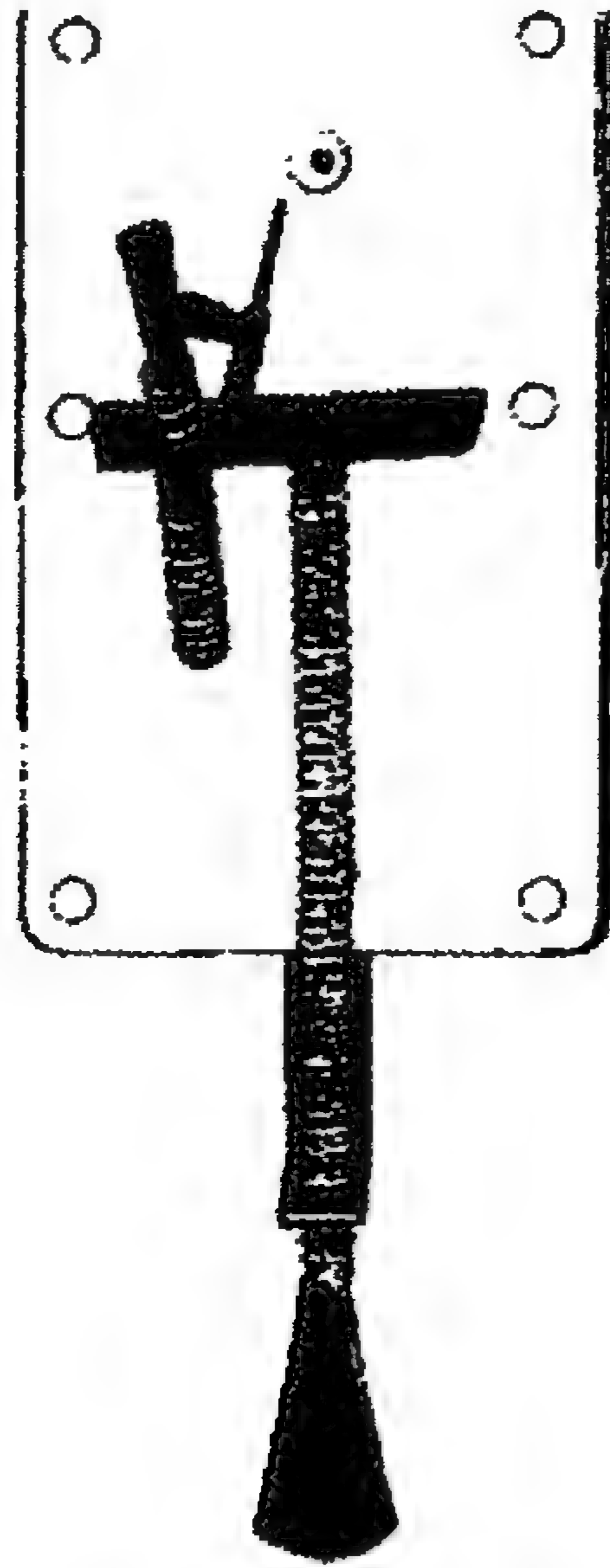
تم تسجيل مرض «جرب الأغنام» مباشرة فى أنحاء أوروبا ، هولندا وإيطاليا وسويسرا وإسبانيا على سبيل المثال، وهو موجود فى اليابان، وانتشر فى بلاد تتضمن أيسلنده والنرويج وقبرص، بعد استيراد حيوانات مصابة به ، بينما لا يزال غائبا من بعض البلاد بما فيها استراليا ونيوزيلانده والأرجنتين وأرجواى . وقد سبق تشخيص سبب هذا المرض عبر القرون . وعلى الرغم من أن العلماء لا يدركون غالبا حقيقة أن تغير النظريات يعكس متغيرات الاهتمامات الاجتماعية مع الزمن، ففي منتصف القرن التاسع عشر، كان كل فرد معنيا بموضوعات الأخلاقيات والجنس ، ولذلك ، ففي عام

١٨٤٨ اقترح أن مرض «جرب الأغنام» كان ناجما عن انحلال عقلى سببه الإسراف فى الممارسة الجنسية بين الحيوانات . وفيما بعد، حينما أصبحت الكهرباء نمطا للحياة العصرية أعلن أن «جرب الأغنام» نتج عن البرق، ومع استدارة القرن ، أصبحت نظرية الجرثومة شائعة ، وأعلنت جرثومة «جرب الماشية» المسماة (ماركوسايتس) كطفيل مجهري يصيب الحيوانات بهذا المرض .

وقد فقد عالم سمعته فى الأربعينيات من القرن العشرين بسبب نظرياته؛ فقد كان الدكتور د. ر. ويلسون، منبها بذكر المرض، واقترب من التعرف على طبيعته غير العادية، حيث أثبت أن العامل المسبب أصغر حجما من الميكروبات، وكان ذلك العامل مقاوما بغرابة للحرارة والمطهرات، ورفض العلماء الآخرون تصديق نتائجه، ولكنهم عرفوا فقط بعد وفاته بأنه كان نزيها. وبعد أن أقبل بورن سجارديسون بفكرته عن «الفيروسات البطيئة» ، اعتقد أن واحدا منها قد يسبب ذلك المرض ، واستغرق التعرف على السبب الحقيقى أكثر من قرنين، فمرض «جرب الأغنام» هو أحد أمراض «المخ الإسفنجى الشكل» الذى تم تحديده لأول مرة ، ولكن بالتأكيد ليس الأخير، فنحن نعرف الآن الأمراض الأخرى ، فمرض «الهزال المزمن» اكتشف فى عام ١٩٨٠ بين قطعان الأيائل والغزلان فى شمال أمريكا. ونميز الآن مرضا معديا فى الثعالب يجعل تلك الحيوانات قابلة للإثارة وتتصرف بعوانية . ونحن نعلم من قبل بحالة مرضية مماثلة فى النعام ، سجلت لأول مرة فى عام ١٩٨٦. وقد اكتشف أحدث الأمراض تسجيلا فى برستول فى قط يدعى ماكس ، وقد تم تحديد هوية أكثر من ٥٠ حالة لهذا المرض منذ أربع سنوات فى حديقة الحيوان، فى حيوانات شملت الأسد الأمريكى والفهد الصياد والنمر الأمريكى. ويبدو أن المرض قد استشرى من جراء تناول طعام لحيوانات أليفة يحتوى على لحم ملوث بميكروبات هذا المرض . ولكن هذا اللحم لا ينقل المرض إلى كل أنواع تلك الحيوانات المفترسة، إذ تبدو الأسود والنمور منيعة ضد المرض ، بالرغم من أنها التهمت كميات كبيرة من هذه اللحوم الملوثة بالميكروب .

وإذن، فمن أين نشأ هذا الميكروب ؟ أمممكن أن يكون قد عاش قرونا ثم غاب ببساطة؟ فقد كانت هناك حالة مشوقة حدثت فى عام ١٨٢٩ فى فرنسا ، حيث نشر العالم الطبيعى بيرجر بيانا عن مرض يشبه كثيرا مرض «جنون البقر» وصدرت التقارير عن إصابة الثيران بالمرض فى تاريخ سابق للحرب العالمية الأولى ، وذلك فى

صاحبة «البحيرة» الإنجليزية، وقد تتابعت تقارير عن حالات «جرب الأغنام» فى الماشية ، شوهدت فى كورنوال منذ سنوات، وعن أبقار ذات سلوك غير طبيعى فى جنوبى إنجلترا، وقد تعلمنا أن المرض نشأ من علف الماشية الملوث بميكروب «جرب الأغنام» ، ولكننى لا أريد أن أفقد مشهد إمكانية العدوى من جثة بقرة مصابة بميكروب ضعيف للمرض انتشر للقطعان الأخرى، فاستؤنس وصار جزءاً من الخليط الجينى . عرف العلماء لسنوات عن أمراض عديدة إسفنجية تصيب الإنسان .



شكل (٢٥)

مجهر ليوفنهوك الرائد

اكتشف أنتونى فان ليوفنهوك بنيا الكائنات الدقيقة مستخدماً مجاهر صغيرة مثل هذه (كل منهم فى حجم طابع بريد)، وبعد عمله فى تجارة الملابس وكموظف رسمى فى المجلس البلدى ، انتقل اهتمامه إلى المجهرات وهو فى الأربعين من عمره ، وبالرغم من بدايته المتأخرة، قضى الخمسين سنة التالية فى عمل ملاحظات تفصيلية على الحياة المجهرية .

وكان العلم قد عرف منذ سنوات عن أمراض تصيب الإنسان وتحيل المخ إلى نسيج إسفنجي، وأفضل الأمراض المعروفة هي مرض كرويتزفلد - جاكوب ، الذي قام الباحثان الطبيان د. كرويتزفلد (الذي سجل الحالة الأول في ١٩٢٠) ، والأستاذ جاكوب، الذي تابع دراسة حالات مرضى آخرين بذلك المرض . وبعيدا عن المجموعات الثلاثة لهذا المرض الذي تم تسجيله في ليبيا وسلوفاكيا وشيلي ، والمعروف بحدوثه واحد أو اثنين من كل مليون من الادميين، وهذا هو نفس ما يحدث في بلاد مثل إنجلترا (حيث يوجد جرب الأغنام والماشية) وأستراليا (حيث لا يوجد هذا المرض)، مما يفترض أن مرض كرويتزفلد-جاكوب لم يلتقط من عدوى بمرض جرب الأغنام والماشية حتى مع تشابه أعراض المرضين . فهل ربما كنا قد استخففنا بحدوث ذلك المرض في الماضي؟ إن الشرائح المجهرية المجمعّة من الماضي يمكنها أن تساعد في الإجابة عن هذا السؤال الأساسي . قد يفيد هذا الموضوع حصر لقطاعات المخ الموجودة لتجلى ما إذا كان هناك مرضى بذلك المرض أم لا . وقد قام د. جاريث روبرتس من شركة سميث كلاين بيتشام للصناعات الدوائية بفحص ٨٠٠٠ قطاع في المخ - معظمها من مجموعة كورسيليس بمستشفى رانوبل، بمقاطعة إيسيسكس - وتم تضيق هذا العدد إلى ١١٠٠ شريحة من أشخاص ماتوا بفعل العته ، فوجد دلائل مجهرية على الإصابة بهذا المرض في ١٩ حالة، ١١ منها تم تشخيصها خلال حياتهم و ٨ منها حدث إخفاق في تشخيصها . وقد تكون هي الصورة الجديدة من هذا المرض الذي يصيب الادميين منذ سنوات، وكانت هناك حالات لم يتم تفسيرها في الماضي ، لم ينجح الأطباء في تحديدها .

ونسَمي هذا المرض «النوع الجديد من مرض كرويتزفلد - جاكوب»، وتبدى هذه التسمية المرض بما يكفي للشعور بأنه ملغز. ولا أصدق أن ذلك يمكن تبريره لأنه لكي يكون المرض مشتقا من مرض موجود، فالمتغير «الجديد» يجب أن يكون مرتبطا بأى مرض يشبهه شبها وثيقا ، وإلا فيمكنك كذلك أن تصف الكلب الصغير جدا (من نوع الشيهاهوا) كمتغير جديد للقطيطات. وهناك مرض يشبه إلي حد بعيد مرض «كورو» أو المرض المبتسم للناس الأوائل الذين عاشوا في بابو بغينيا الجديدة؛ فقد امتلكوا علاجات عشبية من الغابات عالجا بها الأمراض ويعلمون كثيرا عن الاستخدامات للأبوية النباتية، ولم يمكن علاج أحد هذه الأمراض بالأبوية التقليدية السائدة في الغابات المطيرة. وكانت أعراضه شبيهة بأعراض الملاريا، تظهر على المرضى بشكل

رعشة وصعوبة الإمساك بالأشياء أو المشي، وبعد أشهر قليلة لا يستطيعون حتى الوقوف ، فيرقدون وأعينهم تحمق، وأحيانا يبتسمون ابتسامة عريضة مخبولة ، ولكنهم يكونون غير قادرين على الاتصال بغيرهم، حتى تدركهم الوفاة، وقد كانت تلك نهاية مأساوية ورهيبة . وقد أطلق عليها السكان المحليون اسم «الموت الضاحك» ، كما قيل للمستكشفين أن هؤلاء المساكين كانوا يرتجفون قائلين «كورو» باللغة المحلية، ولذلك ، عرف المرض بهذا الاسم لدى علماء الغرب ، فقد أهلك الجزء الأعظم من سكان القرى ، حيث كان ضحاياه يرون متدليين من أسررتهم ويزحفون عبر الغرفة أو يرتجفون ويبتسمون بغرابة فى فراشهم .

وقد نشر البروفسور شارلتون جانوسيك فى عام ١٩٥٩ أول أوصاف علمية للكورو، وفاز بجائزة نوبل للطب والفسولوجيا فى عام ١٩٧٦، فقد أحب الطريقة التقليدية للحياة فى بابوا - بغينيا الجديدة، حيث كانوا يعيشون فى مجتمعات تمارس الشنود الجنسى مع الصبية ، وفيما بعد، قبض عليه بتهمة الولع بالأطفال ، حين نقل نفس العادات إلى أمريكا .

خلال إقامته المؤقتة بسجل أن القبائل احتفلت بموت أقاربهم الأكبر سنا، يتم بفتح جمجمة هؤلاء الأشخاص المتوفين حديثا، ويتم بالتهام المخ أو بتلطix أجسامهم به، وقد تسبب هذا المرض فى وفاة أكثر من ٢٥٠٠ ضحية فى المرتفعات الشرقية لبابوا بغينيا الجديدة بين عام ١٩٥٧ و ١٩٧٥، بمعدل شخص من كل عام. وفى عام ١٩٦٠ بدأ حدوث المرض يقل بعد أن تم تجريم أكل اللحم البشرى، فلا توجد إلا حالة أو اثنتين، ولكن لا توجد وفيات لمرضى تحت عمر ٢٢ سنة، منذ عام ١٩٧٢، ولم تسجل حالة كورو واحدة لشخص ولو بعد عام ١٩٥٩. وهناك شائعات بأن الممارسات القديمة بدأت تعاود الظهور (هذا هو عصر تعبير الثقافة عن نفسها)، وبذلك يكون من المبالغ فيه الادعاء بأن مرض الكورو انتهى كلية، حتى مع دورة الزمن للقرن الجديد .

وعلى الرغم من أن أكل اللحم البشرى نادر فى الغرب، فقد انتقلت حالات من مرض كرويتزفلد-جاكوب من شخص لآخر من خلال نقل الأنسجة وخلصاتها، ويتضمن ذلك :

- ترقيع القرنية فى مستشفيات العيون .
- زراعة الالكترودات التجريبية فى المخ .

- حقن خلايا المخ لعلاج الأمراض التي تسبب انحلاله .
- الأدوات المستخدمة فى العمليات الجراحية لعلاج الجهاز العصبى المركزى .
- إفرازات الغدد التناسلية فى الإنسان .
- هرمونات النمو فى الإنسان .

ويلاحق انتشار المرض خلال استخدام الأدوات الطبية الجيدة التعقيم أو إدخال الهرمونات المستخرجة من غدد درقية مريضة بانتقاد لاذع . ويعتبر مرض كرويتزفيلد - جاكوب مرض المخ الإسفنجى الوحيد الذى يوجد فى المجتمع الإنسانى. وقد اكتشف مرض أكثر ندرة فى فيينا عام ١٩٢٨ ، حيث سميت أعراضه المتزامنة «جيرستمان - شتراوسلر - سينكلر» باسم د . جيرستمان الذى كان أول من وصفه. وبعد ثمانى سنوات، وبمساعدة زملائه شتراوسلر وسينكلر، قام بنشر بحث عن تلك الأعراض المتزامنة لهذا المرض التى تستغرق ١٠ سنوات لتظهر ، فهذا المرض يعتبر غاية فى الندرة، حيث تحدث منه حالة من كل ٥٠ مليون شخص، وحتى المرض الأقل شيوعا منه فهو قاتل ويصيب أفراد العائلة، حيث يبدو أنه ناتج عن طفرة درامية نادرة ، ولهذا سمي باسم «الأرق الوراثى القاتل» .

نشأ أول اشتباه فى انتقال مرض الماشية البريطانية الجديد إلى الإنسان فى حالة فيكتوريا ريمر ذات الثمانية عشر ربيعا ، فى كوناه كواى التابعة لشمال ويلز، مريضة فى عام ١٩٩٤ وكذلك فى حالة موديس كالاجان البالغ من العمر ٣٠ عاما والمتوفى بمرض المخ الإسفنجى فى بلفاست خلال العام التالى . وقد تم حفر قبره بأمر السلطات لعمق ٩ أقدام بدلا من ٦، وقيل إن حفارى القبر قد ارتدوا ملابس واقية وقفازات مطاطية بينما كانوا يمارسون هذا العمل. وتوفيت جين ويك منسندرلاند فى سن ٢٨، كما توفى أطفالها ووالدتها إلى جانب سريرها. وكانت والدتها مسز نورا جرينهالغ مقتنعة بأن الماشية المصابة بالمرض تسببت فى وفاة ابنتها، وقد كتبت إلى رئيس الوزراء لجذب انتباهه إلى اعتقادها ، وجاءت الإجابة من الأنسة راشل روبرتس، السكرتيرة الخاصة لرئيس الوزراء، حيث اقتبست منها جريدة التايمز العبارات «أحب أن أوضح أن الآدميين لا يصابون بمرض «جنون البقر» بالرغم من وجود أمراض مشابهة لتلك التى تحدث للآدميين وعرفت منذ سنين عديدة» ؛ فكتبت ترد على هذه الرسالة «يجب أن أعيد التأكيد عليكم أنه لا يوجد دليل يفترض أن أكل اللحم يسبب

هذا النوع من المرض فى الناس». وبحلول عيد الميلاد فى عام ١٩٩٧ بلغ عدد المتوفين الكلى ٢٣ شخصا نتيجة لهذا المرض. وفى ٢٦ مارس ١٩٩٨ (بعد مرور عامين على الرفض النهائى للحكومة البريطانية لوجود المرض الجديد) ، تأكدت الحالة الرابعة والعشرون. وخلال الفترة التى كان المرض مخفيا عن الجمهور ، ظل العلماء العاملون فى هذا الحقل مصرين على أن هناك القليل من الأدلة ولا يوجد دليل على وجود خطر العدوى، ومن ذلك التصريح، قام نفس العلماء بتحذير الناس من وباء «التمسك بحرفية المعلومات» ، وهذا ما أشك فيه ، لأن حدوث ٢٤ حالة خلال أكثر من أربع سنوات تجعل هذا المرض الجديد واحدا من أندر الأمراض وجودا، وبينما يخشى المتحدثون الرسميون على مستقبلهم الوظيفى من إعلان حقيقة الأمر، فلا أقيد نفسى إلا بالقوانين البسيطة لعلم الأحياء- فمثل هذا الحادث البسيط غير المصحوب بتصعيد بعد مثل هذه الفترة الطويلة، لا يثير بالضرورة اهتمامى .

ونحن نواجه مخاطر أكثر خطرا كل يوم من أيام حياتنا، بعمل أشياء خطيرة، كصعود ونزول السلم أو قيادة السيارات، هل تقود سيارة؟ إذن، ففرصتك فى الإصابة الخطيرة أو القتل أكبر ١٠٠٠ مرة من تلك الوفيات المأساوية التى تحدث للصغار من جراء تناول لحم البقر. هل تسافر بالقطار؟ هناك فرصة لأن تقتل فى حادثة قطار خلال سنة، أكثر عشر مرات ويبقى اقتناعى بأنه يمكن تبرير تسمية المرض الجديد «نوع جديد من مرض كرويتزفيلد - جاكوب» ، فمرض «كرويتزفيلد - جاكوب» تختلف أعراضه المتزامنة بعلامات وأعراض متخصصة تميزه. وفى حالة المرض الثانى يكون فقد الذاكرة علامة مبكرة، بينما فى المرض الجديد يظهر القلق والاكتئاب لغير سبب أولا ، ويموت ضحايا المرض التقليدى خلال ستة أشهر، بينما فى الحالات الجديدة عاشوا لأكثر من سنة. وكان المظهر المجهرى للحالات الجديدة مختلفا عن ذلك الذى شوهد فى المرض التقليدى، وينتشر عادة أكثر فى قطاعات المخ من انتشاره فى ضحايا مرض «كورو» .

ويبلغ متوسط عمر الضحية عند ظهور مرض كرويتزفيلد - جاكوب فوق ٦٠ عاما، بينما يبلغ ذلك المتوسط فى حالة المرض الجديد أقل من ٢٠ عاما . لم تتوفر الكثير من الأدلة على افتراض أن البروتينات المعروفة باسم «براينونات» يمكن أن تكون السبب فى مرض «المخ الإسفنجى» ، ويقول أحد التعاريف التى صيغت فى وقت مبكر إن هذه البروتينات اشتقت من بروتين مقاوم للتحلل بفعل إنزيم «البروتياز» ، وتلى هذا التعريف

وصف أكثر حداثة، نشر في أبريل ١٩٩٦ ، قال بأن هذه البروتينات (البرايونات) أتت من جسيم بروتيني معدى، وأنا أشك فيما إذا كان التأصيل اللغوي الأخير لتسمية (البرايونات) يحمل أى دلالة للمسمى على الإطلاق ، فكل جرثومة تعد جسيما بروتينيا معديا، فالمشكلة فى البرايون أنه يقاوم الإنزيمات العادية التى تحلل البروتينات «البروتينيات»، وهذا هو السبب فى صعوبة تدمير هذه البرايونات ، فهى تنتج فى خلايا المخ الطبيعية، حيث تتم ترجمة الشفرة فى الجين الذى ينتج بروتين البرايون إلى بروتين رنا - الرسول لتركيب الجزيئات وتخليق البرايونات . وتفترض هذه النظرية فشل بعض صور بروتين البرايون فى الانتشاء الصحيح، ولكنها تنمو بزوايا غير اعتيادية ، ينجم عن ذلك تلف خلايا المخ. يوجد فى كل خلية آدمية ٢٢ زوجا من الكروموزومات ، حيث تستقر الجينات التى تخلق البرايونات على ذراع قصير للكروموزوم رقم ٢٠، وتوجد طفرات وراثية معروفة مسبقا فى هذه المنطقة، بعضها يرتبط بمرض الإنسان، وأحدها كان يوجد فى عديد من العائلات مصابة بالأرق الوراثى القاتل .

ما هى الدروس التى يمكن تعلمها من أزمة مرض «المخ الإسفنجى» ؟ وماذا ينبغى أن يكون عليه هدفنا إذا كنا سنتجنب مثل هذه المخاطر الرهيبة فى المستقبل ؟ وخاصة أن لأمراض المخ الإسفنجى بعض الخصائص المشتركة مع غيرها من الأمراض ، كمرض عته الشيخوخة (الزهايمر) ، وفى بعض حالات هذا المرض، نجد أدلة على مادة مثل المادة التى يتكون منها بروتين الأميلويد. ويبدو أن هذه المادة تنتج خطأ حدث فى إنتاج مركب (رنا - الرسول) ، حيث يبدو أن إلغاء قاعدتى الجوانين والأدينين الأزوتيتين هو المتسبب فى هذا الخطأ، وقد نجد أن قدرتها على سلسلة الجينات ستساعد فى إلقاء الضوء على أسباب أمراض رهيبة كهذه، فمرض عته الشيخوخة (الزهايمر) مرض شائع جدا ، وفى بريطانيا وحدها تحدث وفاة بهذا المرض كل خمس دقائق، فهو مثل الطاعون فى المجتمع المعاصر لأنه يهددنا جميعا .

وقد تعلمنا البحث العاجل فى مرض جنون البقر وأمراض المخ الإسفنجى للآدميين دروسا يمكن تطبيقها على الحالات الأخرى ، فإذا كنا بصدد تجنب مزيد من الكوارث فى المستقبل ، فعلينا بالتأكيد أن نتعلم بعض الدروس من سلبيات مناخ السرية والتخطيط غير الكفاء . وفى اعتقادى أن النتائج التى ينبغى أن نستهدفها مدرجة فيما يلى :

لإبعاد خطر الأمراض التى تتسبب فى إسفنجية المخ، يتحتم علينا أن نوقف الالتفاف حول الحقائق، فينبغى ألا يعاد البحث مرة أخرى فى ذبح الحيوانات قبل أن تظهر عليها الأعراض، ولكن يقضى عليه بالإجراءات التالية :

● استعادة الانفتاح فى العلم والطب: فلم يسق أبدا أن تدخلت الحكومة بهذه الدرجة من الخطورة فى المناقشة الحرة للنتائج - فكانت دائما تناقش بانفتاح كامل - مثل أضرار الدخان والمشاكل التى تنجم عن الدهون المشبعة - ويترك للناس تقرير مواقفهم بأنفسهم .

● تسهيل الوصول إلى المعرفة: يتحتم على العلماء التعبير عن وجهات نظرهم مباشرة وعلى الملأ، فقد أخفيت حقيقة مرض المخ الإسفنجى عن الجمهور، وفى بعض أجزاء العالم من المحظور أن يذكر الشخص حتى لشريكه فى العلاقة الجنسية أن فردا أصيب بمرض نقص المناعة المكتسب (الإيدز) . وإذا كنا نحتاج فى مثل هذه المناطق إلى قوانين، فيجب أن نؤكد على معرفة الحقائق لا إخفائها، فحياة الناس تتعلق فى الميزان من خلال تنامى هذا النوع من فرض السرية .

● أن يكون مفهوما أن ابتكار المعرفة ، والحكمة، والبصيرة هو المبدأ الذى يسترشد به فى البحث العلمى : فقد أصبح خلق الثروات هو الضوء الذى يهتدى به تمويل العلم الحديث ، رغم أنه لا علاقة له بذلك ، فالطمع يشكل آفة للعلم .

● ولإنجاز مثل هذه القفزة الكبيرة : نحتاج إلى نموذج ينقلنا بعيدا من فلسفة «أسدل الغطاء وتصرف تصرفا طبيعيا» ، فإذا توفر لدينا تقدير اعتبارات الصحة العامة وحسن النية، فيجب أن يقضى على تهديدات الأوبئة عند ظهورها ، ويجب أن ينطبق اقتلاع المرض على «المخ الإسفنجى» ، وعلى «جرب الأغنام» ، ويجب أن يمتد هذا الاقتلاع إلى ميكروب «السالمونيلا» فى الدجاج .

● يجب أن يكون العلف خاليا من الجراثيم: فنحن لا نتحمل الطعام الملوث بالميكروبات فى المنزل، ببساطة ، لأن عددا كبيرا من الناس فى العائلة يمرضون بتأثير هذا الطعام، ونحتاج إلى طعام صحى فى جميع الأوقات، وكذلك تحتاجه حيوانات المزرعة، فتكلفة التعقيم لا تشكل إلا حدا أدنى من جملة تكلفة العلف، ويسهل الحصول على علف خال من الجراثيم .

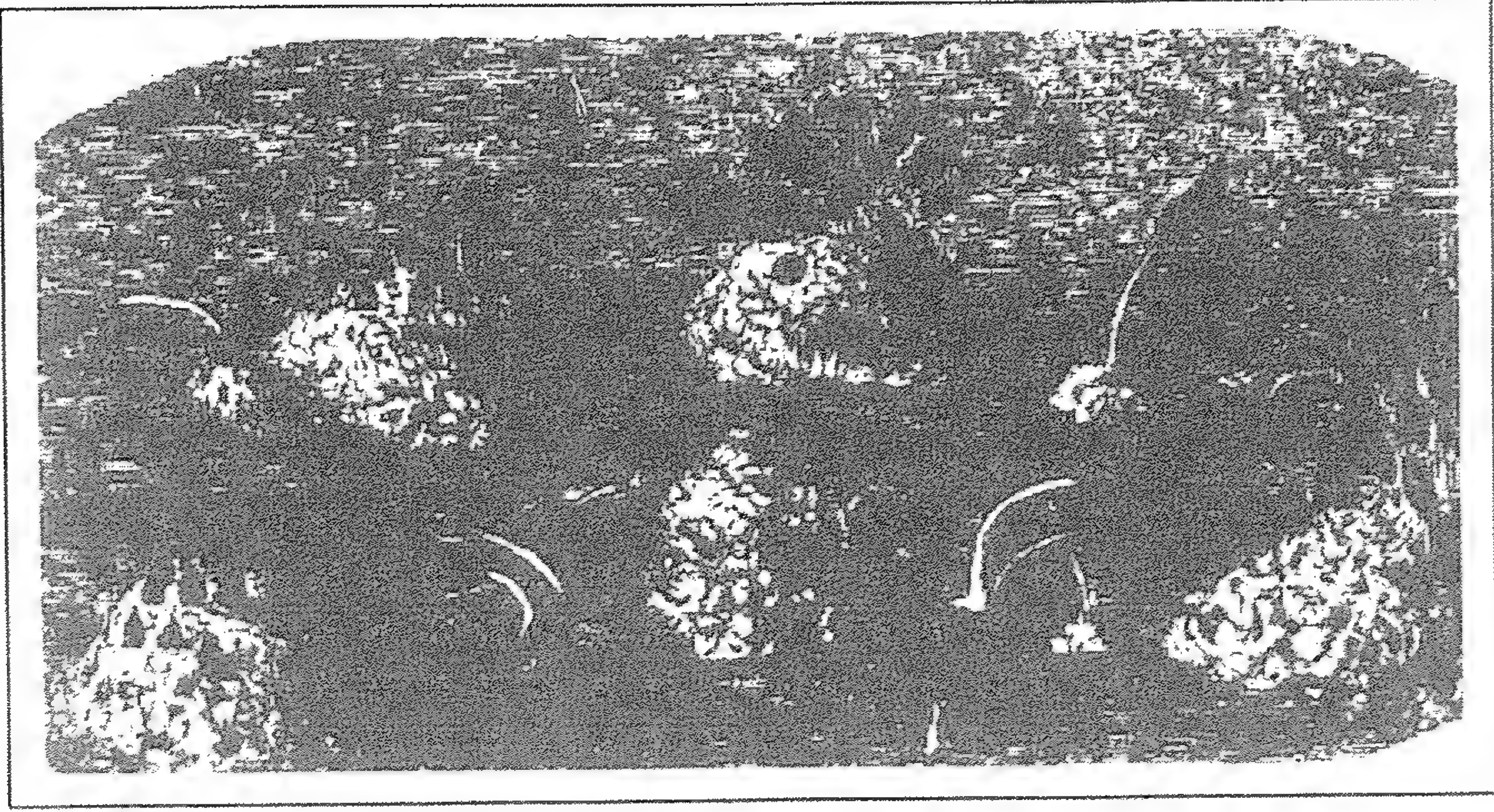
● يجب ألا نحتمل عبء الأمراض الفتاكة لفترة أطول من هذا: فهناك منظور شاسع للظروف التي تسبب معاناة بليون شخص ، ويجب أن تتجه الجهود إلى تجميعها في شبكة من فهم لتلك الظروف .

● يستلزم نقاد البحث نقاء في التمويل: ويمكن للخصخصة العمل في مجالات الأرصاد الجوية أو طبيعة الطاقة العالية، حيث يكون هناك ناتج منتظر ، ولكن العلم الذي يعتمد على الخيال ، والذي يقوده الفكر، يتطلب تمويلا متواصلا خاليا من الضغوط التجارية . وعلى أية حال ، فإن تكلفة البحث العلمي في مجال علوم الحياة ليست مرتفعة، وهناك الكثير مما يتحتم علينا أن نتعلمه من تفشى الأوبئة المشؤوم، فقد تدخلت الحكومة البريطانية في النشر العلمي العام من خلال الرقابة على نشرات الأخبار وتلطيف الحقائق لكي تحمي أولوياتها . ولم تكن حقيقة احتمال وجود الأخطار لتبرر ضرب نطاق من السرية علي الإعلام بها ، فنحن نتعرض لهذه الأخطار كل يوم؛ فتناول الطعام في حد ذاته محفوف بالمخاطر، وكان دائما كذلك ، وقد تختنق عند ابتلاعك زيتونة، أو تصاب بسرطان من تناول الكرفس أو بنوبة قلبية من تناول الحلوى، فهناك كيماويات تسبب السرطان في نبات الرشاد وفي السمك المدخن ، ويكمن خطر الموت في علبة من الجعة المعتقة. وتعني الحياة أننا نموت، ولا يجب السماح لاهتمامنا بأن نستسلم لخوف لا مبرر له ، فتناول كميات كبيرة جدا من الطعام يهددك بالبدانة ، بينما يمكن أن يعرضك القليل جدا منه لفقد الشهية. ويحفل التاريخ الإنساني بنقص الغذاء والاعتقادات النمطية حول الحمية .

وفي النهاية ، يدين العلم للجمهور بالأمانة والاستقامة في المكتشفات، وبينما يتطور المجتمع ، فسوف تظهر أمراض جديدة من صنعنا ، وينبغي أن توضح الحقائق كأولوية أولى ، ويجب في المستقبل ألا نسمح لحقائق العلم بأن تفسد بواسطة نفعية الحكومات، فهي لا تستمر طويلا .

الميكروب الطيب

أساء إلينا باستير إساءة بالغة، ولا أخاله تعمدتها، ولكن نظريته عن الميكروبات أورتتنا الخوف منها، وتركت لدينا الانطباع بأن الميكروب هو جرثومة، تسبب المرض. تذكر ما قلته قبلا في الفصل السابق عن جراثيم المرض ؛ من حيث أنها «كائنات خارجة عن النظام»، وكذلك هي . فالأغلبية العظمى من الميكروبات غير ضارة ، وقد توجد كائنات دقيقة أكثر بكثير من تلك التي تسبب الأمراض تكون مفيدة للصحة، ولذلك تسمى ميكروبات المرض «ممرضة» . وفي مقالة كتبها للمجلة الأمريكية «الطبيعة» عام ١٩٧٥ ، قدمت مصطلحا جديدا للكائنات التي تجعلنا أصحاء لتقابل مصطلح «الميكروبات الممرضة»، فاقترحت تسميتها الميكروبات «الصحية». ويجب ألا تضللنا الفكرة القائلة بأن الميكروبات مضرّة لنا ، بل على العكس، فهي هامة للحياة، فلم إذن هذا الربط القوي بين كلمة «جرثومة» وبين المرض؟ فهذه الكلمة «جرثومة» تعنى ماهية كائن حي وليس مصدرا غير صحي، وقد أشارت أسبق استخدامات هذه الكلمة تبكيرا إلى هذه الخاصية التي تعنى انبثاق حياة جديدة ، وفي الأدب الإنجليزي، ظهرت كلمة «جرثومة» مطبوعة لأول مرة في عام ١٦٤٤، وكان كل استخدام لهذا المصطلح بعدئذ يعتبر الجرثومة مصدرا حيا تتولد منه كائنات جديدة، فالخلايا الجرثومية هي خلايا متكاثرة، ويعنى اصطلاح «جرثومة الفكرة» البذرة الأساسية التي تنبثق منها هذه الفكرة، كما أن مصطلح «الإنبات» يعبر عن انبثاق حياة جديدة ، و «جرثومة القمح» هي الجنين الذي تحتوى عليه كل حبة ، والذي هو مركز تكاثر النبات . وكذلك فلا ينتمى أحد هذه الاستعمالات المعتادة للكلمة لأي شيء سلبي، أو ضار ، وكانت الاستعمالات الأسبق لهذا المصطلح أقرب للحقيقة من المعنى الأضيق الذي نلصقه اليوم بهذا المصطلح .



شكل (٢٦)

أول تسجيل للفطر المتطفل

فى كتاب هوك «الميكروجوافيا» ظهرت رسومات عديدة للفطريات، حيث يبدو رسمه لفطر الخبز الذى لا لبس فيه ، يظهر هذا الشكل دراساته للعفن الموجود على أوراق الورد، وهو فطر الصدا ، وعلى الرغم من أن تفاصيل نشوئه لم ترسم رسما صحيحا على الإطلاق، فإن تفاصيل التركيب الأساسى للفطر واضحة بدرجة ملحوظة .

حين رأى تاجر الملابس الهولندى أنتونى ليوفنهوك كائنا مجهريا لأول مرة فى عينة من ماء بحيرة جمعها من بيركليز مير فى أواخر أغسطس ١٦٧٤ كتب وصفا يفوق إحساس العجب الذى مارسه فى هذه التجربة. وإليك هنا ملخصاً لهذا الوصف . فقط، إقرأ الإثارة والبهجة عند اللحظة التى اخترع فيها ليوفنهوك علما جديدا - ألا وهو علم الأحياء الدقيقة :

«بينما كنت أمر مؤخراً على تلك البحيرة، كانت الرياح تهب بقوة، وعند رؤيتى للمياه كما وصفت سابقا، أخذت قليلا منها فى قنينة زجاجية ، وفى اليوم التالى، فحصت هذا الماء ، فوجدت فيه جسيمات أرضية متنوعة طافية وبعض الأشرطة الخضراء، ملتوية بشكل لولبى يشبه الثعبان، ومرتبطة بنظام يشبه نظام ترتيب الديدان التى تنمو على الصفيح أو النحاس ، حيث اعتاد مقطروا الخمور تبريد خمورهم بينما

يقومون بتقطير كميات أخرى من هذه الخمور ، ويبلغ المحيط الكلى لكل من هذه الأشرطة السابق ذكرها سمك شعرة رأس واحدة، ولكن كانت تلك الأشرطة مكونة من كريات صغيرة جدا خضراء ومرتبطة معا، وكانت هناك كريات أخرى صغيرة بالإضافة لما تقدم. وفضلا عن ذلك، فقد كانت توجد الكثير من الحيوانات الصغيرة جدا التي لم يمكن رؤيتها من قبل بدون مجهر، كان شكل بعضها يميل إلى الاستدارة، بينما الأخرى كانت أكبر قليلا، وتتكون من مخروط، وبالنسبة للأخيرة فقد رأيت رجلين اثنتين صغيرتين قرب الرأس، وزعنفتين صغيرتين في نهاية مؤخرة الجسم، وكانت الأخيرة أطول نوعا ما من الشكل المخروطي، وكانت هذه الكائنات تتحرك ببطء وبأعداد قليلة. واختلفت ألوان هذه الحيوانات المجهرية الصغيرة، فبينما يميل لون بعضها إلى البياض ويشف عما خلفه، كانت الأخرى ذات حراشيف صغيرة خضراء شديدة التلألؤ، وثالثة كانت خضراء الوسط وبيضاء المقدمة والمؤخرة ، وأخرى كانت رمادية، وكانت حركتها في الماء سريعة جدا لأعلى ولأسفل وفي دائرة حولها، مما كان عجيبا أن تراه : وأنا أحكم بأن بعضا من هذه المخلوقات الصغيرة أصغر ألف مرة عن أصغر الكائنات التي رأيته ، على قشرة الجبن وفي دقيق القمح وما أشبهه» .

وإذا كانت توجد حقيقة مثيرة واحدة في حياة ليوفنهوك ، فهي أن اهتمامه كان قليلا بالميكروبات الممرضة، وقد انتقده عدد من المعلقين لضيق أفق رؤيته، حيث يعتقدون أنه كان يمكنه إطلاق نظرية الجراثيم المرضية قبل باستير بعدة قرون . ويمكنني أن أجد القليل من التبرير لهذا الرأي ، إذ أن فكرة العدوى نشأت قبل ليوفنهوك بفترة طويلة، فهي مذكورة في الإنجيل ، كما وصف الجذام في كتاب ليفيتيكوس (سنة ٧٠٠ قبل الميلاد)، كما ذكر الفكرة القائلة أن الإصابة بهذا المرض قد تكون معدية . وقد كتب مؤلف الموسوعات الروماني ماركوس تيرينتياس فارو (سنة ١١٦-١٢٧ قبل الميلاد) عن إمكانية انتشار «جراثيم» المرض حوالى سنة ٥٠ قبل الميلاد، وفي سنة ١٨٤٣ تم وصف وباء في فلورنسا، حيث عزى تفشيه إلى عامل غير مرئي في الملابس التي يلبسها المرضى بهذا الوباء. وكتب هذا الوصف جيوفاني بوكاشيو (١٣١٢-١٣٧٥) في كتابه المشهور «ديكاميرون» . وفي عام ١٥٤٦ نشر جيرولامو فواكاسترو (١٤٧٨-١٥٥٣) كتابه عن العدوى في فينيسيا، الذي أرسى أسس نظرية الجرثومة ، حيث كتب: «تنتج عن التكاثر السريع لعوامل دقيقة يمكنها أن تنتشر بثلاث طرق : أولها الملامسة المباشرة ، وثانيها عن طريق وسيط حامل مثل الملابس الملوثة ، وثالثها

عن طريق الهواء. وكتب أثناسيو كيرشر (١٦١٠-١٦٨٠) ٤٤ كتابا ، تضمنت كذلك كتابا عن العدوى فى ١٦٥٨ ، أشار فيه إلى أن مرض «الرائحة الكريهة المعدى» يتضمن أجساما حية مجهرية، وكتب مستخدما مصطلحات غامضة، يصف بها «جراثيم» غاية فى الدقة واللفظ والخفة» ، يمكنها دس أنفسها فى الألياف الداخلية للملابس» وكان بيير بوريل فى عام ١٦٦٥ قد كتب أن «الديدان» الدقيقة وجدت فى دم الناس الذى يقاسون الحمى، ثم صدرت طبعة ثانية عن عمل كيرشر فى ١٦٥٩ ألفها كريستيان لانج (١٦١٩-١٦٦٢) . منح فيها نظرية الجرثومة المرضية تعزيزا إضافيا فى وجدان الناس ، وفى ذلك الوقت الذى نظر فيه ليوفنهوك فى المجهر لأول مرة ، حينما كان فى الأربعين من عمره ، أصبحت فكرة الجراثيم الخطيرة قديمة قدما ملفتا للنظر ، وانتشرت على نطاق واسع . ويبدو فى الحقيقة أن ملاحظته للحيوانات المنوية فى السائل المنوى للإنسان قد نتجت عن الفكرة بأن هذه الحيوانات كانت المسببة لمرض السيلان .

وأعتقد أن ليوفنهوك كان يعى تماما أن الميكروبات قد تسبب المرض، ولكن رؤيته كانت أكثر توازنا: فالميكروبات التى كان يفحصها كانت جميلة ومشوقة بدرجة مدهشة، كانت هى الجديرة بالدراسة، فإذا كانت هناك جراثيم مرضية ، فكانت ستختلف عن تلك الجميلة المشوقة. ولم يكتب عن الميكروبات الممرضة لأنه لم يدرس أيا منها. وإذا كان هذا هو التعليل الصحيح لموقف ليوفنهوك فتكون رؤيته لعالم الميكروبات أكثر توازنا من الطريقة التى نظر بها العلم إلى الميكروبات منذ أكثر من ١٠٠ سنة. وفى الحقيقة، فإن الأغلبية من الكائنات حول العالم هى ميكروبات معظمها أعضاء نافعة فى المجتمع العالمى . وهذه هى الكائنات التى نحتاج أن ندرسها إذا كنا سنتمكن يوما من معرفة كيف تعمل البيئة . وكان ليوفنهوك أول من درسها . وفى القرن السابع عشر أشار ليوفنهوك إلى الطريقة التى يتحتم بها علي العلم أن ينظر إلى الحياة فى القرن الواحد والعشرين، فيجب أن ينظر إلى الميكروبات بعقلانية أكثر على أنها قوة جبارة قادرة على النفع العام، فهى توجد فى مختلف البيئات أكثر من وجود أى صورة أخرى للحياة، وفى الحقيقة، فإن أعدادها التى تحملها معك أكبر بكثير مما قد تتوقع .

وربما تكون قد استحمت منذ قليل ، واستعملت صابونا أو مركبا غرويا ليتخلص جسمك من البكتريا التى تجعل رائحتك كريهة - كما يقولون- وتمرضك أيضا . حسنا،

دعنا ندور دورة قصيرة حول جسمك وننظر إلى الميكروبات التي تحتشد في تلك الدورة، في كل من الداخل والخارج ، ولا يهم كيف هرشت نفسك بقوة ، فإنك مغطى بالبكتيريا ، ومعظمها صديقة ، فهناك تريليونات من البكتيريا غير الضارة ، معظمها يوجد بصورة طبيعية على بشرة الإنسان غير المريض ، كما أن هناك أعدادا ضخمة من البكتيريا الكروية تنمو في حزم أنيقة مكعبة الشكل ، تتكون كل منها من ثمانية خلايا بكتيرية. ويمكنك كذلك أن تجد أعدادا لا حصر لها من مجموعة البكتيريا المسببة للدفتريا وكتلا من ميكروبات الخمائر المعتاد وجودها على فروة رأسك ، والتي تستهلك الدهن الزيتي الذي تفرزه في كل ثانية من الحياة. وتشكل هذه الكائنات والعديد من غيرها مجتمعا مركبا يقاوم مجهوداتنا القليلة في الحفاظ على الصحة، فمعظم ما تقوم به من غسيل واستحمام ليس له إلا تأثير قليل على هذه الكائنات التي حولها ، والتي تفوق أعدادها تعداد كل سكان العالم .

وهناك بلايين أكثر من الميكروبات المسببة للدفتريا حول أعضائك التناسلية، وأخرى من أقرباء جرثومة السل، كما يوجد داخل أنفك كثير من نفس الأنواع ، التي تفضل هذه البيئة الرطبة. فإذا عدنا للوراء في اتجاه الحلق ، نجد العديد من الميكروبات العقدية ، وأبناء عموماتها التي تسبب التهاب السحايا ، من المعتاد جدا وجودها في فتحات الأنف ، وعلى طول الخط مع الكائنات التي يمكن أن تسبب مرض الصدر والتي كان يعتقد أنها تسبب الانفلونزا (حتى اكتشاف الفيروس المسبب لها)، والميكروب المسبب للالتهاب الرئوي . ويعمل التركيب الخلقي للفم والأنف على السيطرة على معظم الكائنات التي قد تدخل إلى رئتيك ، لذا يكون محتوى الرئتين خاليا بدرجة ملحوظة من الميكروبات في الأصحاء ، لأن شعبتي القصبة الهوائية مكسوتان بطبقة من خلايا تتحرك حركة دائمة ومغطاة بأهداب تضرب لأعلى بدون توقف ، مسببة تيارا من المخاط الذي يرتفع إلى الحلق باستمرار ، دافعة معها أى بكتيريا تقتنص على هذه الطبقة ، وتبتلع مع اللعاب ، حيث تواجه بحمام حامضي في المعدة .

أما في البيئة المائية للقلوية لمهبل البنات الصغيرات والسيدات اللاتي في سن اليأس ، فتكمن طائفة ضخمة من كائنات البشرة ، حيث توجد الأنواع المعتادة من البكتيريا المكورة العقدية والعنقودية والعقدية مصحوبة بالخمائر وبكتيريا مجموعة القولون . وينتج العديد من مركبات تسيطر على الميكروبات الممرضة، فهي حقا كائنات مفيدة تحافظ على صحتنا، وخلال سنوات خصوبة المرأة ، تصبح بيئة المهبل حامضية

بدلاً من قلوية، وتتغير مجتمعات الميكروبات لتتواءم مع البيئة الجديدة المختلفة. فتسود بكتريا تجبن اللبن في مهبل السيدات البالغات، وهى كائنات تتكاثر كذلك من خلال عمليات إنتاج الطعام الموائم لحياتها، وهو المصنوع من الكرب والعلف المخمرين والمخللات وكذلك الجبن . وتوجد أعداد كبيرة من البكتريا بشكل مضرب الكرة من جنس يشمل أنواعا تمرض الحيوانات المزرعية مثلما تسبب الأمراض للإنسان ، كما يشمل على مجموعة من الميكروبات السبحية وبالذات الأنواع التى يمكنها الحياة بدون الأكسجين ، وأما الخمائر فتفضل غالباً البيئة الحامضية ، وهذا هو السبب فى أن السيدات فى بعض الأحيان يقاسين من الحمى القلاعية ، إذا ما خرج هذا الكائن عن حالة التوازن مع جيرانه. ويستقبل الفم ميكروبات جديدة مع كل نفس يأخذه، لا سيما وأنه غنى فى البقايا المغذية التى هى عبارة عن خليط من جزيئات الطعام والخلايا الميتة التى تتساقط بمعدل ملايين على بعد قليل من الأغشية المخاطية التى تبطن الفم واللثة، حيث تشكل بيئة مثالية للميكروبات ، ذات إمدادات لا تنتهى من الطعام والماء. والأكسجين المتحرر ودفء مثالى للنمو. وتغطى البكتريا من جنس «ليبثوتريكس» - التى تشبه الشعر الناعم - الأسنان، كما تتحرك كائنات دقيقة لولبية الشكل بسرعة إلى الداخل والخارج، وهى تشبه البكتريا اللتوية، وغير ضارة، وإن كانت من قريبات الميكروبات المسببة لمرض الزهري . وهناك خمائر كثيرة تتكاثر بين الأسنان. وقد تستخدم فرشاة الأسنان لمدة ساعة، أو طوال الليل، ولكنك لا تحصل إلا على تأثير ضئيل على هذه الكائنات ، رغم أنك تعتمد عليها من أجل صحتك ، عليك أن تواجه أن هذه الميكروبات تمكنت بفضل موقعها لتجميع الميكروبات وإمداداتها من كل شىء يمكن أن تحتاج إليه . وبهذا كان يجب أن يصبح فمك كتلة متعفنة ومتحللة من الميكروبات، كلها تصخب فى طلب المزيد. وفى الحقيقة ، حتى لو عضضت لسانك، ربما تندهش كيف يندمل الجرح الناتج بسرعة وبدون ألم، والأسوأ من هذا ، أن معظم الناس يعانون من التهاب اللثة، وهو مرض مزمن يصيب اللثة وينتج عن تراكم الجير حول قواعد الأسنان. ولكن كيف تستمر صحة الفم العادى جيدة هكذا ؟ ليس السبب لأننا نتخلص من الميكروبات بالإجراءات التى تتطلبها صحة الأسنان ، ولكن لأن الميكروبات تعيش هنالك بتلك الأعداد التى يتعذر كبحها، ولكن هنالك أيضاً الميكروبات الحامية والنافعة لنا، التى تحتشد بالبلايين وتعين على الحفاظ على صحتك، فلا يتسلل منها إلى الأمعاء إلا القليل ، لأنها تقتل فى حمام الحامض القلوى الذى تموج به معدتك، وهو قوى بما

يكفى لإحداث ثقب فى البساط ، ويساعد على تكسير الطعام وهو كذلك عامل هام فى قتل الجراثيم، والقليل من هذه الجراثيم يتحمل المرور خلال هذه البيئة المعادية ، ومع ذلك، فحين ندخل فى الأمعاء نجد أن مجتمع الكائنات يتغير بصورة درامية فتزداد أعدادها زيادة هائلة ، وفضلا عما سبق فنجد أن البكتريا فى ملء ملعقة من محتويات قولونك ، تزيد عن العدد الكلى من الأنواع المختلفة للحياة فى كل العالم ، ولكن ما هو مصدرها؟ إذ أن أمعاء الطفل حديث الولادة تكون خالية تماما من أى بكتريا، والكائن الوحيد الذى يمكنك أن تجده، موجوداً على بشرة الطفل وفى فمه، حيث توجد بكثافة، نفس الميكروبات الموجودة فى مهبل الأم ، وهذه ميزة لا ينوه بها كما يجب فى الولادة الطبيعية لأن تحصين الطفل يتم أثناء مروره خلال مخرج الولادة ، ليؤسس مجتمعا متوازنا من الميكروبات على بشرة الطفل، حيث يتحرك التوازن فى ظرف أيام قليلة، بين هذه الكائنات المجهرية ويصبح مماثلا للتوازن فى شخص بالغ. ويكتسب الطفل البكتريا نتيجة للتداول وكذلك من أنفاس الأبوين ، وبعدها سرعان ما يقوم الطفل العادى بالانفتاح على الحياة فى الهواء الطلق ، وفى نفس الوقت، تبدأ البكتريا فى التكاثر فى الأمعاء وينتقل القليل من بكتريا التجبن (جنس لاكتوباسيلس) من النوع (بايفيداس) من الفم، حيث أنه قادر على مقاومة حامض الهيدروكلوريك الذى لابد أن يمر خلاله فى طريقه للأمعاء ، ويشكل هذا النوع من البكتريا أغلب تعدادها فى أمعاء الأطفال الصغار، وتدخل معظم الأنواع الأخرى إلى الجسم من خلال فتحة الشرج وتبدأ فى النمو لأعلى ضد اتجاه حركة منتجات اللبن المهضوم ويستمر الطفل فى التخلص من الخلايا المعوية المتساقطة التى يصنعها باستمرار . وتتميز هذه المرحلة بتكوين المستعمرات ولا تنتهى إلا بعد الفطام، حيث يتم بصفة نهائية تأسيس مجتمع الميكروبات المعوية .

تتباين هذه الميكروبات المعوية تباينا كبيرا فى الإنسان ، كما أن هناك أعدادا ضخمة من بكتريا القولون المعروفة باسم «إيشيريشيا كولاى» فى الثدييات آكلة اللحوم، بالرغم من أن هذه البكتريات تشكل أقلية فى أنواع الحيوانات آكلة الأعشاب . وفى فئران التجارب «خنازير غينيا» على سبيل المثال تشكل ميكروبات تجبن اللبن من جنس «لاكتوباسيلس» ٨٠٪ من البكتريا فى القناة الهضمية ، وبجانبها تنمو فى أمعاء الإنسان أنواع مختلفة متجترمة مثل البكتريا الكروية والعصوية ، وتعداد ضخ من بكتريات الكلوستريديا وبالذات النوع المسمى «كلوستريديوم بير فرينجينز» المعروف قبل

ذلك باسم «ك. ويلشياي» بعد اكتشافه على يد «ويليام ويلش» (١٨٥٠-١٩٣٤) الأستاذ بمدرسة جون هوبكنز الطبية في بالتيمور ، بميريلاند . وهذا النوع من أقرباء البكتريا المسببة للتسمم البوتشيليني ومعروف ككائن يسبب الغنغرينا الغازية . وتنتشر ميكروبات (ك. بيرفينجينز) انتشارا واسعا في التربة ، ولا سبيل إلى تجنبها . ومن حسن الحظ أنه ينذر أن يسبب أى مشاكل وربما حتى يسهم في تمتع حالتنا الداخلية بالعافية. ولا نعلم حتى الآن المدى الكامل من أعداد معظم البكتريات من مختلف الأشكال والأحجام، فيما بينها تساعد في هضم طعامنا ، وتمدنا بالفيتامينات، وتحافظ عموما على صحة البيئة التي نستطيع فيها أن نهضم طعامنا ونمتص الناتج عن هضمه، وعندما نتناول المضادات الحيوية عن طريق الفم يحين الوقت الذي يجب فيه أن نتذكر أهمية هذه الميكروبات ، فهي تهزم بعضا من البكتريا وتبطل فاعلية مجتمعاتها ، فخلال فترة العلاج بالمضادات الحيوية ، تزداد الإصابة بالأمراض الفطرية ، مثل القوباء التي تنجم عن الفطر «كانديدا ألبيكانس» ، وكما رأينا تنتج الإصابة بميكروب «كلوستريديوم ويفيسيل» أيضا من العلاج بالمضادات الحيوية ، لأن إبعاد الكائنات الدقيقة المفيدة يسمح لهذه الفطريات الممرضة بالتقدم للعمل .

ونحن ندين بالكثير إلى الاستخدام السليم للمضادات الحيوية . نعم أنا أعلم أنه من العصري القول بأننا يمكننا أن نكون أفضل بدونها ، ولكن أى واحد قاسى من الالتهاب السحائى البكتيرى أو السل أو كان لديه طفل يعانى من ألم الأذن أو التهاب اللوزتين ، يعرف كيف يمكن للمضادات الحيوية أن تكون مفيدة عندما تستخدم بالطريقة السليمة ، وقد رأينا مدى فاعلية المضادات الحيوية فيما سبق ، ونحتاج أن نذكر أنفسنا بحقيقة هامة : أن هذه المركبات التي هي الأئمن في عالم الأدوية تنتج كلها من الحياة الميكروبية، ولا نحتاج إلى البحث بعيدا عن إثباتات أن الميكروبات تعمل لصالحنا، لأن العلم لم يتوصل أبدا إلى تخليق أى دواء له من الفاعلية العلاجية مثلما للأدوية التي ينتجها عالم الميكروبات . وفي بعض الحالات تطور المضادات الحيوية بعمل تغييرات طفيفة في تركيبها الكيماوى ، ولكننا ندين في المقام الأول لأبناء عمومتنا «الميكروبات» بالمضادات الحيوية، فليست هذه الكائنات بشئ خاص ، وإنما يوجد معظمها في التربة ، وإذا زرت مصنعا لإنتاج المضادات الحيوية ، فسوف تشم الرائحة المميزة للعمل في الحديقة ، إذ أن تلك الرائحة المميزة للتربة الحديثة العزق ناتجة عن نشاط الميكروبات التي تمسك حبيبات التربة معا ، فلا توجد صورة من صور الحياة

أكثر تواضعا من هذه الصورة ، ولكننا نحصل من الكائنات الدقيقة التي توجد تحت أقدامنا على هذه المواد الحيوية والمنقذة للحياة .

وفى نفس الوقت فللميكروبات جراثيمها، وقد رأينا فيما سبق أن البكتريا تكون فرائس لعدد بالغ الكثرة من الفيروسات المفترسة ، وهى كيانات غير عادية ، يطابق تكوينها شكل صندوق متعدد الأضلاع على قمة سويقة منقبضة، فيثبت نفسه فى جدار خلية العائل البكتيرى بواسطة شريحة فى قاعدته، وحينئذ يتم حقن المادة الوراثية من داخل الصندوق، بينما تنقبض السويقة ، وبمجرد أن يتم انتقال هذه المادة الوراثية إلى داخل خلية العائل البكتيرى بسلام ، تحتل جينات الفيروس الخلية، وبذلك يسيطر عليها، ويكسر كل طاقتها لإنتاج المزيد من جزيئاته ، وربما تتمزق الخلية، طاردة سلاسل من فيروسات مفترسة جديدة، يمكنها أن تنتشر خلال البيئة للبحث عن خلايا بكتيرية جديدة تغزوها. وتبدو الفيروسات دائما حاقدة علينا ، ولكن توجد مجموعة كبيرة منها مصممة على تدمير كثير من البكتريا الممرضة، وتقول المراجع التى يعتمد عليها أن هذه الفيروسات المفترسة كانت قد اكتشفت بواسطة اثنين من المتخصصين فى علم البكتريا، هما فريدريك توورت (١٨٧٧-١٩٥٠) وفيلكس دى هيريل (١٨٧٣-١٩٤٩)، حيث كان توورت أول من اكتشفها ، بينما وصفها ديهيريل (كطبيب مؤهل ومتخصص فى علم البكتريا) ، وقام بالعمل، بينما كانت الفروع الأخرى لهذا العلم تتجاهل هذه الكائنات ، حتى الخمسينيات من القرن العشرين، حين بدأ البحث الجاد فيها ، وقد تكون هذه هى الرؤية الصحيحة لتاريخ العلم، ولكنها بعيدة جدا عن الحقيقة .

تلقى توورت تدريبه كطبيب فى مستشفى سانت توماس، بلندن حيث تخرج فى عام ١٩٠٠، وفى ١٩١٥ كان يدرس مزارع ميكروب (ستافيلو كوكاس أوريوس) حين لاحظ أن بعضا منها قد تم تدميره لما شاهد من ثقوب شفافه فيها ، ووجد أنه يمكنه بعينات صغيرة من السائل المتبقى ، أن ينقل نفس خاصية إذابة الخلية إلى المزارع الأخرى لنفس الميكروب ، فلاحظ إصابة البكتريا، وبالرغم من أنه لم يكرر البحث فكان يصر دائما على استحقاقه لقليل من التقدير مقابل ملاحظاته ، إذ اعتبرها من وجهة نظره ملاحظة شائعة احتاجت مزيدا من البحث .

وكان فيلكس ديهيريل شخصية مختلفة للغاية، فكان غير مدرب ، وحينما ترك المدرسة فى مونتريال فى حوالى الخامسة عشرة من عمره، بدأ فى علاقة مع امرأة

متزوجة ، فقرر الزوج المخدوع أن يكلف الشرطة بالبحث عنه والقبض عليه، فظل ديهيريل طريد القانون لبعض الوقت ، وقرر لشغفه بالميكروبات ، أن ينشئ معملا في غرفة نومه، وبدأ في الدراسة على حسابه الخاص ، ومن هناك عمل في فرنسا وجنوب أمريكا، وحصل على درجة الأستاذية في جامعة ييل . وفي روسيا ، حيث قام بنفس اكتشاف توورت خلال ١٩١٧، ولكن على البكتريا المعوية في هذه المرة بدلا من بكتريا المكورات العنقودية ، ومن الواضح أن ذلك تم بدون أن يعلم أى شىء عن اكتشاف توورت السابق. وعلى أى حال ، فقد اعتقد أن هذا الكائن هو فيروس يمكنه تدمير البكتريا الممرضة، وقام بحملة ضخمة لتنشيط فكرة استخدام الفيروس المفترس في علاج المرض ، وبين أن «الفيروس اللغز» أمكنه أن يمحو البكتريا في حالات الدسنتاريا التى أصابت الجنود الفرنسيين في الحرب العالمية الأولى ، وياشر تنفيذ برنامج موسع لإجراء الاختبارات ، وفي عام ١٩٢١ صاغ مصطلح «أكل البكتريا»، ونشر كتابا بعنوان «أكل البكتريا ودوره في المناعة» بخلاف توورت الذى انتقل إلى عمل آخر . شغل «أكل البكتريا» أنشطة ديهيريل لبقية حياته ، وعلى الرغم من أن ذكره وذكر إنجازاته لم يرد في معظم كتب المراجع ، فقد عكف ديهيريل على دراسة واحدة من أهم فترات التكاثر في تاريخ علم الكائنات الدقيقة . ترى الكتب متدفقة من مكتب ديهيريل ومحرومة بأناقة ومزينة بعناوين مذهبة، ومدرج فيها أسماء آلاف من الفيروسات المختلفة، وكلما نظر ، وجد طرزا أكثر من «أكل البكتريا»، كما دعى إلى روسيا ، حيث أنشأ مركزا هاما لدراسة وعزل «أكلة البكتريا» وأصبح المرجع العالمى في هذا المجال السريع الانتشار .

في النهاية، ثبت أن حماسه كان في غير موضعه ، حيث كان يستهدف استخدام «أكل الفيروس» كعلاج للإصابات البكتيرية ، منذ جمع ونقى العديد من طرز «أكلة الفيروس» التى يمكنها تدمير البكتريا المعوية ، والتى استخدم بعضها في علاج حالات الدسنتاريا ، ولكن ثبت - كقاعدة - أن الفيروسات لا يمكنها شفاء معظم الأمراض البكتيرية. وبدلا من هذا ، يمكن استخدام تلك الفيروسات بصفة رئيسية في تحديد هوية الطرز المختلفة من البكتريا، حيث تتسبب معظم الأوبئة الكبرى عن البكتريا التى يمكن أن نتعرف عليها عن طريق الفيروس المتخصص فى أكلها ، فمثلا ؛ بكتريا القولون ١٥٧- ٧ التى سببت أوبئة قاتلة فى السنوات الأخيرة يمكن تحديد هويتها عن طريق الفيروس المتخصص فى التهامها . منذ الحرب العالمية الثانية ، وروسيا هى

الدولة الوحيدة التى تستمر فى جمع «الفيروسات الآكلة» لاستخدامها عند الحاجة، حيث لا يزال العمل الذى أسسه فيليكس ديهيريل يجرى طبقا لتعاليمه ، إلا أن هذا البحث وقع فى مشاكل مالية خطيرة بعد سقوط الشيوعية . وفى عام ١٩٩٧ دعى فريق من أمريكا إلى المعهد لمناقشة إمكانية تمويل ذلك المعهد ، حيث طلب من الروس تقديم بيان عن خلفية وتفصيلات بحوثهم ، ولكن فى النهاية عاد الأمريكيون وقد وجدوا وسيلة ممكنة للاستثمار التجارى لهذه المكتشفات وخلفوا وراءهم الروس مجردين من الأسرار والتمويل على حد سواء .

لماذا تخيب الفيروسات «الآكلة للبكتريا» الآمال كوسائل علاجية ، رغم تفتح شهيتها لالتهام البكتريا إلى هذا الحد، وإمكانها أن تمحو تلك البكتريا بهذه السهولة ؟ يكمن السبب فى صعوبة الجمع بين كل من هذه الفيروسات والبكتريا والعمل على اتصالهما معا ، فإذا حققت تلك الفيروسات فإنها تفضل البقاء فى مكانها عن البحث عن فريستها ، لأنها تفتقر إلى الحركة، وقد استعملت فى علاج بعض حالات الدسنتاريا، ولكن هذا المستوى الظاهر من النجاح نتج عن اعتبارين : الأول : أن الدسنتاريا عادة مرض يحدد انتهائه ذاتيا، فالمرضى به سيشفون تلقائيا ، والثانى : أن الحركة الدودية للقناة الهضمية تقوم بخلط الفيروسات والبكتريا وتحقق اتصالهما ببعضهما . وفى الحقيقة ، فلا زالت التطبيقات محدودة فى مثل هذه الحالات ، باستخدام التركيزات العالية من الفيروسات «آكلة الخلايا» ، وحيث تحد الحقائق البسيطة للطبيعة من فاعلية هذه الكائنات، فلا شك أنه يمكن عد هذه الفيروسات «قوة صديقة» ، ولكننا نفتقر إلى التقنيات التى تمكن من استفادتنا الكاملة مما يمكن أن تقدمه هذه الكائنات ، وحين يتم هذا يمكن لروح فيليكس ديهيرل غير المدرب والخارج على القانون ، أن تمنح ابتسامة للمؤسسة العلمية التى أنشأها .

تعيش الفيروسات «آكلة البكتريا» مع البكتريا فى أمعائنا ، وتحافظ بلا شك على مجتمع الكائنات الدقيقة فى الأمعاء متوازنا. وبالرغم من أننا نعتمد على ميكروباتنا المعوية فى حياتنا العادية ، فهى ليست لازمة إطلاقا لبقائنا على قيد الحياة ، حيث يمكننا ذلك بدونها . ولا ينطبق هذا على عديد من المخلوقات الأخرى ، حيث يوجد عدد لا يحصى من الحيوانات لا تستطيع هضم غذائها بدون وجود الكائنات الدقيقة فى أمعائها بصفة مستمرة. وهذه الأنواع الدقيقة تعمل بلا انقطاع على إعادة استخدام مكونات الغذاء التى لم تهضم إلى بروتينات تستطيع الحيوانات هضمها ، أما فى

المجترات (كالماشية) فتبدأ هذه العملية قبل أن يصل الغذاء إلى المعدة، فلهذه الحيوانات انتفاخ كبير في المرء يسمى «الكرش» الذي يحوى بداخله مجتمعات من الميكروبات لا تزال غير قادرين على فهمها بصورة كاملة ، ومن الواضح تماما أن معظمها يختلف عن الطرز التى فى أجهزتنا الهضمية ، وعلى سبيل المثال خلايا «كانديدا» ، ولكن معظم الميكروبات تحوى جينات غريبة عن ميكروباتنا ، وبدلا منها تنتج شفرات لإنزيمات تستطيع هضم السليولوز ، مما يسمح للأبقار بالتغذية على الحشائش، وبعض هذه الميكروبات غير مألوف مثل البكتريا الهلالية من أنواع (مثل بكتيرويدز سكسينو جينيز و رومينوكوكاس فلافيفاكسينس) التى تنمو فى سلاسل رقيقة ، وتقوم بتكسير السليولوز (الذى يستحيل هضمه بأى طريقة أخرى) فيما بينها . وحينئذ تدخل بعض البكتريا فى الأنسجة النباتية وتقوم بتكسير النشا إلى سكريات . وتبدو كثير من هذه البكتريا غريبة الشكل، تشبه إلى حد كبير الحيوان المجهرى المعروف باسم «إيبيدنيام» ذى الخلايا الكبيرة الذى يسبح بنشاط مستخدما عددا لا حصر له من الأهداب تشق طريقها فى السائل المحيط. وتهاجم أنواع عديدة من بكتريا الكرش – فى الحيوانات المجترة – الزيوت والدهون المخزنة فى خلايا النبات ، فى حين تنتج أنواع أخرى طائفة من النواتج مثل الجلوكوز وحامض الخليك وعدداً من الفيتامينات التى تحتاجها البقرة لصحتها .

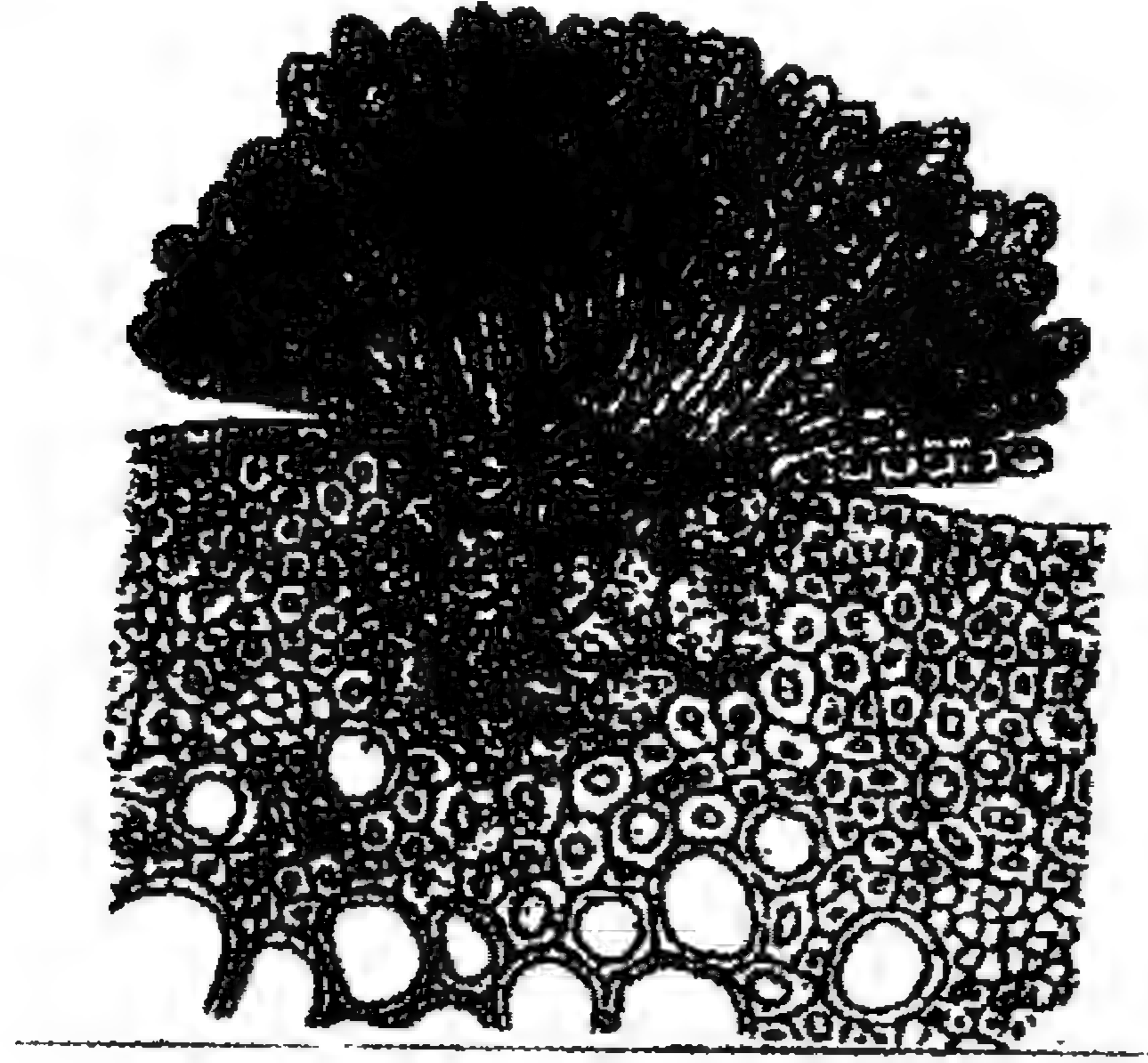
ونتيجة لهذا النشاط، تنمو البكتريا بكميات ضخمة، تصب المجترات «جرتها» من حين لآخر ، حيث تقف ماضغة هذه «الجرة» فى رضى، وهذه هى الطريقة التى تعين الحيوان على مضغ المادة النباتية وتمكين البكتريا من أن تبدأ هضمها . وتزدهر البكتريا وتتكاثر بأسرع ما يمكنها طوال الوقت ، وتكون النتيجة تحول الكساء الخضرى فى المرعى بسرعة إلى كتلة من الخلايا البكتيرية ، غنية فى البروتين . وعلى أية حال ، فليست البكتريا هى الناتج النهائى ، إذ تحشد المجترات كذلك خلايا حيوانية سباحة أكبر حجما تشمل الفرطيسات (وحيدة الخلية تشمل البكتريا والفظور والفيروسات) ، وتتغذى على البكتريا ، وهى مغطاة بكمية كبيرة من الأهداب الضاربة، التى تسوقها مثل سفينة شراعية كبيرة يجدف بها عبيد غير مرئيين ، وهذه الخلايا المهذبة مصفوفة بشكل تمكن من جعلها فعالة ونشطة، فتبتلع البكتريات فى فمها الذى يشبه القمع، ويشبه فى ذلك الطريقة التى ينخل بها فك عظم الحوت الكائنات البحرية الصغيرة الطافية فى الماء ، وتزداد هذه الفرطيسات بسرعة فى الحجم ، وحين

يتضاعف حجمها تتوقف عن التغذية لفترة وتنقسم إلى قسمين يسبحان مستقلين ، ويتغذيان كما سبق . ورغم العديد من البحوث التي أجريت على بكتريا الاجترار وفهمنا لها فهما منطقيا ، فلا زالت البروتيسات تحتاج المزيد من المعلومات عن البيئة المعقدة التي تزدهر فيها ، بدلا من تلك المستقاة من نتائج البحوث العملية التي تجرى على بيئات أطباق بترى ، خاصة وقد منحنا استمرارنا فى دراسة البيولوجيا الجزيئية بصائر أعمق فى فهم أسهل لصور الحياة، ولكننا ولدهشتنا لا زلنا لا نعرف إلا قليلا عن الكائنات الأكبر التي تتغذى على البكتريا، فيحتوى بعضها على تراكيب معقدة تعقيدا مذهشا ، حيث توجد به مناطق متخصصة فى الخلية مسئولة عن النبضات العصبية والحركة وقليل منها يختزن فى الخلايا مدخرات غير قابلة للنوبان ، تشبه تماما الملامح التي تتوقع رؤيتها فى المخلوقات الأكثر تعقيدا. على سبيل المثال ، يتميز تركيب الإبيدينيام بتقسيم يمتد بطول الخلية ويشبه العمود الفقرى فى الفقاريات المعتادة . تستهلك هذه البكتريا بواسطة الهدبيات التي تلتهمها وتصبح مجتمعات ضخمة مكونة من حشود من خلايا وحيدة الخلية، تكون هذه الكميات البالغة الضخامة التي يتكون معظمها من بروتين نقى مقدر لها المرور خلال المعدة الحقيقية لتصبح مصدرا حقيقيا لغذاء الحيوان المجتر ، مما يرسم صورة جذابة ، إذ أن الماشية لا تهضم فعلا الحشائش ، بل يؤدى هذا الهضم شبكة معقدة من الميكروبات التي تنمو بالملايين ، خلال مرورها عبر المعدة حين تبدأ البقرة فى ممارسة عمليات الهضم الخاص بها ، فهي لا تهضم على الإطلاق الحشائش التي تتغذى عليها ، بل تهضم خلايا حيوانية دقيقة ، فهي تبدو للغرباء النموذج الأكثر مثالية للمخلوق آكل الحشائش، ولكنها حقيقة لا تهضم إلا البروتين الحيوانى ، نعم، فالبقر على أساس هذه الحقيقة جدير بأن يصنف كمخلوق آكل للحوم .

حينما ننظر إلى عالم الحيوانات المألوفة ، فليست الميكروبات بعيدة عن هذا العالم، فهي تلعب دورا يتساوى فى أهميته للحياة مع دور النباتات الوعائية ، ففي بعض الحالات ، يكون وجود الميكروبات على النباتات مألوفاً منذ زمن طويل ، فيتم تخمير العلف المخمر (السيلاج) من حشائش تم حصادها ، وكذلك يتم إنتاج نوع من الكرنب المخمر الحلو بفعل أنشطة الكائنات التي توجد طبيعيا على النباتات فى الحياة البرية . ويعنى نمو الميكروبات أن السيلاج أغنى فى البروتين من الحشائش الخام ، حيث يتغير التوازن فى مجتمع الكائنات الدقيقة فى داخل الحيوان المجتر ، ليستضيف هذا الغذاء

الذى تغير . وكذلك يعتبر النبيذ النتيجة النهائية لتخمير عصير العنب الناضج الذى يوجد فى مساحة سطحية كبيرة تحتوى على خلايا الخميرة التى سوف تحفز التخمر بسرعة . ويمكنك رؤية هذه المساحة بالعين المجردة فى الطبقة الشمعية التى تغطى سطح الثمرة الطازجة. وفى نباتات أخرى توجد غرفة تحوي ميكروبات مخمرة تساعد فى هضم طعامها، وهذه الأنواع كالنباتات صائدة الحشرات ، تجذب هذه الحشرات بواسطة طعم وتستدرجها إلى حساء لزج نصف سائل ، تعيش فيه كائنات دقيقة على نواتج تحليل الحشرات ، وبذلك تعيد استخدام مكوناتها ليفيد منها النبات . ولكن هناك نماذج صغيرة للتعاون بين النباتات الراقية وعالم الميكروبات ، وأكثر الشبكات قوة فى التعاون مخبوءة فى التربة، فنحن نعلم أن النباتات لها جذور تجمع الماء والعناصر الغذائية، فمعظم النباتات لها شعيرات جذرية ، كل منها عبارة عن خلية واحدة سميكة تتيح لهذه النباتات الاتصال الوثيق مع حبيبات التربة ومع غشاء الرطوبة الذى يغلف كل حبيبة منها . ليس صحيحا أن كل الجذور مغطاة بشعيرات جذرية ، ولكن بعضها (كأشجار الموالح)، تفتقر كلية إلى تلك الجذور، وعلى ذلك ، فليست الشعيرات الجذرية هى نقطة الاتصال الوحيدة بين النبات والتربة المحيطة به ، ولكن يعتمد النبات على ميكروبات فى التربة لتوصيل الغذاء إليها ولحمايتها من الأمراض. وينطلق الأوروبيون فى الخريف عادة إلى الغابات لجمع «نفايات الضفادع» للعلاج الموسمي، ونظن أن نفايات الضفادع هى نباتات برية تقطفها كائى نبات آخر ، ولكن هذا الظن بعيد عن الحقيقة، فهذه النباتات ليست إلا الجزء المثمر من فطرٍ يعلو عن سطح التربة ليسقط جراثيمه فى مهب النسيم، وتتشكل كتلة الفطر من خيوط تختفى فى التربة ، مثل الآثار الفضية لخيوط دقيقة تمتد بعيدة ومنتشرة بين حبيبات التربة ، وما نراه ناميا فوق سطح التربة هو الجزء الأدق من جسم الفطر ، الذى ينتشر فى التربة انتشارا بعيدا وواسعا ، فيشتبك مع خيوط الأنواع الأخرى وينمو حول جذور نباتات الغابة متحدا معها بشكل وثيق. وتقوم هذه الفطريات بهدم المخلفات الموجودة فى التربة ، حيث تعيد استخدام الذخيرة وتحولها إلى مركبات بسيطة يمكن للجذور امتصاصها. وكثير من أنواع الفطريات تذهب إلى مدى أبعد فتخترق فعلا خلايا جذور النبات ، لتصبح جزءا من تركيب نبات العائل، ويعرف الاتحاد الوثيق بين الجذور والفطريات باسم «الميكروهيذا» ، التى كتب بعض العلماء عنها كما لو كانت فطرا، ولكن ذلك غير صحيح، فالميكروهيذا هى الاسم الذى نعطيه للاتحاد بين النبات والفطر ، الذى يمثل أكثر العلاقات حميمية فى الاتحاد بين نوعين لا توجد علاقة نباتية بينهما، ويدعم

كل منهما حياة الآخر ، حيث يوفر الفطر مواد الغذاء لشريكه النباتي ، بينما يمرر النبات الأخضر بعضا من نواتجه (المصنعة بمساعدة ضوء الشمس الساطع على الأوراق) إلى الجذور حيث يساعد في استمرار بقاء الفطر. ويمكن لبعض طرز النباتات الراقية الحياة بدون الميكروهيزا (يقال أنها لا توجد في نباتات العائلة الصليبية مثلا)، ولكن في الغالب فهي توفر نمطا هاما للحياة . وقد تحتج على الاقتراح القائل بأن من الممكن أن ننمى النباتات بدون تربة ، ولذلك، لا بد أن يكون يمثل هذا تحسينا في ميدان الإنتاج النباتي - كما يقترح أن الفطر حول الجذور ليس ضروريا على الإطلاق، فأساس الزراعة بدون تربة (الهيدروبون) هو زراعة النباتات في بيئة خاملة وتغذيتها بمحلول غذائي يوفر لها كل العناصر التي تحتاجها هذه النباتات. وبينما تنمو هذه النباتات لتورق وتخضر تصبح ميكروبات التربة غير لازمة ، ولكن هذا يغفل المشكلة، فلكي تغذى النبات بالمحلول المغذي ، نحتاج إلى مصنع ينتج العناصر المغذية للنبات، ومن المعروف أن تكلفة استهلاك الطاقة في تصنيع أسمدة النبات دائما ما تكون مرتفعة (نادرا ما يتم تقديرها ضمن تقدير كفاءة الزراعة) وهذه المصانع مستقلة تماما عن وحدات الزراعة بدون تربة (الهيدروبونات) حيث تنمو نباتات المحاصيل .



شكل (٢٧)

دراسة مجهرية للفطريات المتطفلة

أجرى هذه الدراسة متخصصون في أواخر القرن التاسع عشر خلال العصر الفيكتوري ، حيث كان فطر الصدا قد تم فهمه جيدا، وهذه الصور تعد من أعمال ستراسبورج العظيمة في علم النبات ، تظهر كيفية انفجار الأكياس الجرثومية على سطح أوراق نباتات الفصيلة النجيلية التي يتخصص هذا الفطر في إصابتها ، حيث يقضى جزءا من دورة حياته المعقدة في التطفل على نبات «البرياريس» ويمكن منع إصابة النجيليات بالتخلص من هذا العائل فتقطع بذلك دورة حياته، وكانت هذه مفهومة جيدا لأولئك المجهرين في العصر الفيكتوري .



شكل (٢٨)

وقع فى شرك مجهرى

تكون بعض الفطريات المجهرية أنشوطات من الخيوط التى يمكنها أن تصيد الكائنات العابرة، ويعمل حضور الفريسة على جعل خلايا الأنشوط الرقيقة تنتفخ فجأة، مستدرجة الفريسة إلى داخل الأنشوط، وتعمل الإنزيمات المحلة على تكسير الفريسة ويمتص الفطر العناصر الغذائية الناتجة، ويمثل هذا الشكل الحيوان «الدوار» المعروف باسم «كاليدينا» وقد اقتنص بواسطة أحد هذه الفطريات الراقية المفترسة.

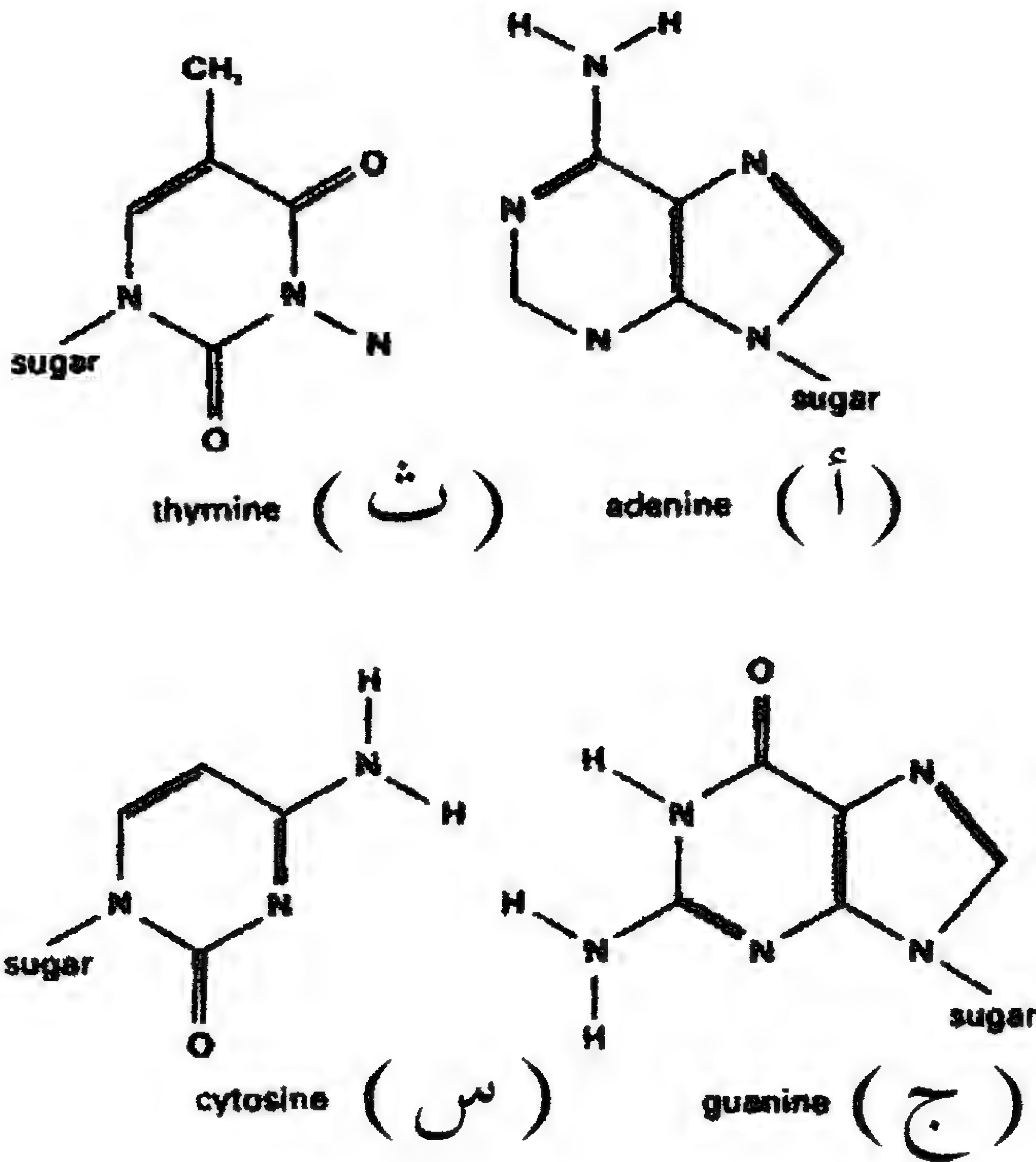
وإذا تخيلت المصنع الضخم مع التكنولوجيا المتقدمة التى يتطلبها تأسيس الزراعة الهيدروبنوية، فيمكنك أن تتخيل الاستثمار الضخم للتكاليف الهندسية والطاقة التى يحتاجها حقيقة إنشاء مزرعة تجارية للزراعة الهيدروبنوية لتنتج.

وبالمقارنة مع الحالة فى الطبيعة، فلا يوجد إلا القليل ليُرى ، فالاتحادات الميكوريزية مسئولة عن اقتناص وإعادة استخدام المعادن التى تحتاجها نباتات الغابة ، وتنجز ذلك بدون أى تجهيز خارجى صناعى - والأهم من ذلك - بدون أى إمداد خارجى بالطاقة. وتتميز هذه الطريقة لتغذية النباتات الخضراء بأنها ذاتية الدعم ،

ويمكن تطويعها للظروف المتغيرة باستمرار. ويتجه العديد من المناطق الحديثة بالمدن نحو استخدام المخلفات العضوية، وهذا هو الاتجاه الواضح الذي نحتاجه للتحرك . فلا تقتصر الفائدة من هذا الاتجاه على الاستغناء عن إمدادات خارجية من الطاقة ، بل لا يترتب على هذا النظام أيضا ملوثات ضارة ، فضلا عن أنه يوفر بالضبط ما يحتاجه النبات العائل ، فالتقنيات الإنسانية قاصرة ، ومستنزفة للموارد بالمقارنة إلى نظام الطبيعة .

ولعل الفائدة الأكبر للفطريات في الطبيعة تكمن في دورها كعوامل إعادة استخدام (تدوير) المادة الميتة والمخلفات العضوية، والتي يصيب القليل نسبيا منها الإنسان بالأمراض . على سبيل المثال ، يعيش الفطر الصغير المعروف باسم (ترايكوفاييتون) على بشرة الإنسان ، مسببا المرض الجلدي المعروف باسم «القدم الرياضية»، وكذلك الدودة الحلقية التي تعرف باسم «حكة دهوبى - هـ» (حسب موضعها في الجسم) ، كما ينجم مرض «رئة المزارع» عن نشاط جراثيم الفطر في الرئة. وقد عرفنا منذ القرن السابع عشر أن الفطريات المجهرية تصيب النباتات ويفترض الآن أن تستخدم هذه الخاصية في اتخاذ إجراءات ضد الزراعة المؤثرة لنباتات الأفيون ، فقد عزل العلماء الروسيون سلالة من فطر يهاجم هذا النبات يمكنها تدمير حقول الأفيون. وينبغي هنا الحذر - بمعنى الكلمة بالطبع - من نشر هذه السلالات الجديدة ، قبل الوثوق من أننا لا نطلق سراح كائن جديد يمكن أن يسبب مشاكل أوسع، فيمتد هذا الفطر بصورة طبيعية من أوروبا إلى استراليا ، ويمكنه أن ينتشر في المستقبل انتشارا أوسع .

ترقد معظم الفطريات كجراثيم في طور الراحة ، تنتظر فقط الظروف المواتية للإنبات والنمو في تجمعات جديدة حينما تتاح مواد غذائية مناسبة ، بينما تسلك فطريات أخرى طرقا معقدة لاقتناص غذائها ، فتجد بعض الأنواع المفترسة قد صنعت فخاخا لقنص فرائسها ؛ وتصنع الفطريات المفترسة هذه الفخاخ على شكل أنشودة من الخيوط تنقبض فجأة لتمسك بقوة أى كائن يسبح فيها ، الذى يموت بعدئذ ويتحلل ليتمكن للفطر امتصاصه، وهنا أيضا على المستوى الميكروبى ، نجد آليات معقدة تعقيدا بالغا، تحمل في طياتها صدى الطرز السلوكية الموجودة في صور حياة الكائنات عديدة الخلايا .



شكل (٢٩)

حروف الحياة الهجائية

هذه هي القواعد النيتروجينية المختلفة

الثيمين (ث)، الأدينين (أ)، والسيتوزين (س) والجوانين (ج). وهذه القواعد تتصل باللولب المزدوج لجزء (بنا) في نظام بقيق، وتواجه نفس القواعد على الناحية الأخرى، وهذه تشمل النيوكليوتيدات التي تصنع منها الجينات، وفي هذا الشكل تظهر الحروف الهجائية الأربعة التي تنطلق منها شفرات تكوين البروتينات الجديدة، وبالرغم من أن هذه الحروف الأربعة تبدو قليلة، فيمكن أن تترتب منها في مجموعات من أزواج القواعد بطول ثمانية نيوكليوتيدات بما يزيد عن مليون طريقة مختلفة.

يشكل موضوع الأمطار الحمضية مادة شائعة للحوار، ويتعلم دائما الأطفال من تلاميذ المدارس أنها ضرور، فكمية التلوث الناجم عن المصانع تشكل فى الحقيقة ضررا للبيئة، حيث وصلت كمية الأمطار الحمضية إلى حدود مدمرة ، فتتوب المباني الحجرية بالمعنى الحرفى للكلمة، مثل كعكة زفاف تركت تحت الأمطار . ورغم ذلك ، ينبغي علينا ألا نفقد الرؤية بأهمية وجود الأحماض الطبيعية فى ماء الأمطار على أى حال، فكل الأمطار حامضية فى العادة ، وهذا أمر طبيعى، ويجب أن يكون كذلك ، فمن بين ما تحتويه هذه الأمطار حامضى الكبريتوز والكبريتيك اللذان يبدوان كملوثين مرعبين، ولكنهما لازمين فعلا للحياة، فهما المصدر الرئيسى للكبريتات التى لولاها لما نمت حشائش المرتفعات نموا طبيعيا . ويوجد أيضا حامض النتريك ، الناتج عن البراكين والشرارات المنبعثة من البرق فى الأمطار ، وهو مصدر هام للنترات التى تغذى النباتات الخضراء النامية فى كل العالم، حيث تحتاج هذه النباتات إلى النترات كعنصر أساسى ، لأنها تشكل قوالب البناء التى تتخلق منها الأحماض الأمينية والبروتينات . وتعيد الميكروبات استخدام النترات من الكائنات الميتة وتمد جنور النباتات الخضراء النامية بها ، وهذه العملية هامة لنمو النباتات الخضراء . وقد تم تطوير الإنتاج الصناعى للأسمدة النتراية لأول مرة فى ١٩٠٩ بواسطة الكيميائى الألمانى فريتز هابر (١٨٦٨-١٩٣٤) الذى حاز على جائزة نوبل للكيمياء ، حيث اشتملت عملية الإنتاج على تكوين الأمونيا من الهيدروجين والنتروجين الجوى ، وكانت هذه هى المادة الخام المثالية لإنتاج الأسمدة النتروجينية ، وقد سمح هذا للمزارعين بتغذية نباتاتهم بكميات كبيرة من النتروجين ، فتحوّلت أراض فقيرة إلى أراضٍ منتجة نتيجة لهذا الكشف العلمى الثمين. إلا أن أضرار الإسراف فى استخدام النترات لا تحتاج إلى بحث. وعلى أية حال، فلأن الإنتاج الصناعى يشكل عبئا على سلامة البيئة ، فيمكننا التحكم فيه عن طريق الالتزام بإجراءات أقل تطرفا (مثلا : عدم المبالغة فى التسميد الأزوتى) . ويشغل النتروجين الجزء الأكبر من الهواء المحيط بنا (أربعة أخماس أو ٨٠٪ من الهواء الجوى). وقد سبقت بعض الميكروبات فى حل مشكلة تحويل هذا الغاز غير الضار إلى نترات يمكن أن تتغذى عليها النباتات الخضراء، وقد عرفت هذه العملية باسم «تثبيت النتروجين» ، حيث سميت الكائنات التى تقوم بهذه العملية «بالكائنات المثبتة للنتروجين» ، وأكثرها شهرة بكتريا الجنس «رايزوبيام» التى تصيب جنور النباتات البقولية - مثل البرسيم، والبسلة، والفاصوليا والنباتات المكونة للقرون ، حيث تكون هذه

الأنواع نموات بشكل ثاليل ، تبدو للعين المجردة تماما كما لو كانت قد التقطت إصابة . وهذه النباتات بالطبع بنور حديثة الإنبات سرعان ما تصاب بالرايزوبيام ، فهي تحتاج إليه لتستمر في الحياة، ويفسر هذا السبب في زراعة البرسيم كوسيلة لتحسين التربة ، فبينما ينمو هذا المحصول ، تثبت البكتريا الموجودة داخل العقد الجذرية ، النتروجين من الهواء ، مكونة النترات التي تمررها إلى النبات، فيكون أنسجة جديدة . ويتم تثبيت النترات بمعدلات مذهشة في ارتفاع جملتها. وفي الحقيقة، دلت تقارير على أنه يمكن تثبيت نصف طن من الآزوت سنويا في هكتار واحد من التربة . وهذه الجملة الكبيرة تمثل كل النتروجين الناتج عن البكتريا التي تعيش داخل العقد الجذرية للنباتات البقولية ، ولا بد أن نتذكر أن كل هذا يتم بدون أى مدخلات خارجية من الطاقة أو المواد الكيماوية الخام ، وهي العملية التي نحتاج إلى تقييمها .

أدرك الرومان القدماء أهمية هذه النباتات ، حيث عرفوا القدرة العجيبة للبرسيم على تحسين التربة الفقيرة ، فخلال العصور الوسطى انتشرت زراعة المحاصيل في بورة زراعية انتشارا واسعا كوسيلة لتعظيم إنتاجية الحقول ، حيث كان أحد المراعى يترك بدون زراعة مرة كل ٥ سنوات ، وفعلا ان البرسيم البرى يؤدي إلى رفع محتوى النتروجين في تربة ذلك المرعى بحيث تكون مستعدة لإنتاج المحصول في العام التالي . وبالرغم من التعرف على قيمة هذه النباتات ، فلم يعرف أحد تفاصيل ما يحدث حتى عام ١٨٨٠ ، عندما قام هـ. هيليريجيل و هـ. ويلفارت بزراعة بسلة وشوفان مقابل بعضهما على رمل كوارتز نظيف، ففشل كل من النوعين في النمو ، ولكن حينما لقح الرمل بكمية صغيرة من تربة المراعى، حيث ينمو البرسيم ، كوتت بنور النباتات البقولية عقدا ونمت بسرعة ، وأما الشوفان المزروع قبالة البسلة ، ففشل بالطبع في النمو، بالضبط كما سبق. وفي عام ١٨٨٨ اكتشف الكيماوى الهولندى مارتيناس بايرجيرينك (١٨٥١-١٩٣١) - الذى يذكر هجاء حروف اسمه غالبا خطأ بدون حرف «راء» الأول - بكتريا داخل العقد وسماها «باسيلس راديكيولا» ، ومنذ ذلك الوقت تعرفنا على أنواع كثيرة ، يمكن تجميعها داخل جنس «رايزوبيام» ، وقد استمر مارتيناس بايرجيرينك في التعرف على وجود فيروسات للوهلة الأولى ، بيد أن كل هذه الاكتشافات الميكروبية نتجت عن دراسة مستقلة كجانب من جوانب تدريبه ككيماوى - صناعى فى «دلفت» . وفى عام ١٨٩٢ ، زرعت. شلويسنح وى . لورنت ، نباتات فى مقصورة مغلقة وأظهرت ببراءة أن كمية النتروجين فى الفضاء المغلق نقصت مع زيادتها

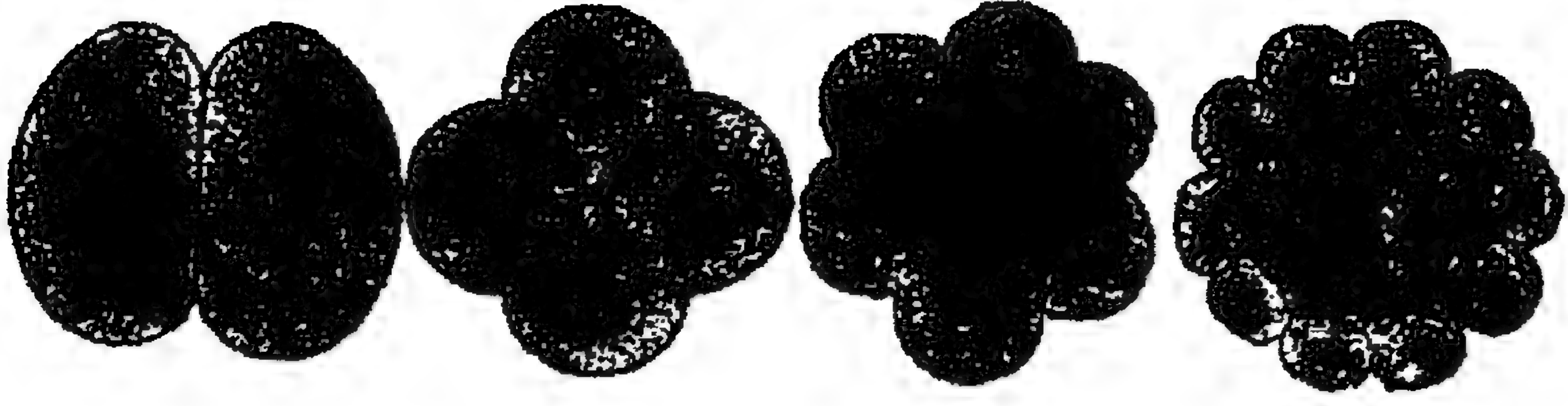
فى النبات، ويشكل هذا برهانا نهائيا على أن النتروجين قد جرى تثبيته بواسطة النباتات، على الرغم من أنه لم يتسن استعمال النظر المشع^{١٥} (ن٣) حتى عام ١٩٥٢، لإثبات أن البكتريا العقدية تقوم بعملية تثبيت النتروجين فى صورة يمكن للنبات الاستفادة منها.

وبالرغم من أننا دائما نفكر فى البرسيم بصفته النبات الرئيسى المثبت للنتروجين، فالنباتات الخشبية البقولية تفعل ذلك أيضا . فإذا كان لديك شجرة بقولية فى الحديقة من النوع المسمى «قوطيسوس» ، فسوف تجدها مشغولة فى تثبيت النتروجين ، وكذلك الحال فى الأنواع البقولية الأخرى ، فقد أظهر البحث فى جنوب أفريقيا أن أشجار السنط يمكنها أن تثبت ٢٠٠ كيلو جرام من النتروجين فى الهكتار سنويا (١٨٠ رطل تقريبا للفدان) مما يساعد فى تغذية كل النظام البيئى فى المنطقة. ونحن نعلم الآن أن البقوليات ليست هى الوحيدة التى تحمل عقدا جذرية . وكانت أول دراسة لهذا الموضوع قد ظهرت فى الخمسينيات من القرن العشرين ، حيث تعرف هذه النباتات الآن باسم «أكتينوريزا» ويوجد أكثر من ٣٠٠ نوع من النباتات غير البقولية تعتمد على العقد الجذرية ، وتتراوح بين أعضاء الفصيلة الوردية إلى نبات «جار الماء» ، الذى كان يعتقد لآلاف السنين أن نموه يؤدى إلى تحسين التربة، كما تبين الآن أن هكتارا مزروعا بهذا النوع من الأشجار ، يثبت ما يزيد عن ١٠٠ كيلوجرام (٢٠٠ رطلا) من النتروجين سنويا. وكذلك تستطيع تثبيته بعض الطحالب المجهرية - مثل الطحالب الخضراء المزرققة - من جنس «أنابينا» والطحالب الوثيقة القرابة لها ، ويمكنك أن تجد خلايا طحلب «الأنابينا» نامية بين أنسجة نباتات «السيكاس» التى يستخرج منها دقيق «الساجو»، وكذلك فى الغرف الهوائية للسرخس المائى «أزولا»، المعروف فى الغرب كنبات زينة، دقيق الحجم ، ولكن قدرات شريكه الطحلب على تثبيت النتروجين جعلته هاما للأرز فى مناطق زراعته، حتى أنه يزرع كعلف للماشية فى المناطق الاستوائية . وهناك اهتمام بالعقد البكتيرية التى تنمو على أوراق بعض النباتات ، لما يبدو من أنها قد تثبت أنها بكتريا مثبتة للنتروجين على الأجزاء الهوائية لبعض النباتات الهامة، وحتى الأشنات تساهم فى تثبيت النتروجين ، على الرغم من أننا نظننا نموات متحجرة على صخور مسحتها المياه، ولكنها عبارة عن اتحاد تكافلى بين الفطريات والطحالب ، يستطيع العديد منها تثبيت النتروجين من الهواء الجوى . وستجد أشنات فى غابات أشجار «تنوب بوجلاس» فى المناطق المدارية الباردة ، حيث قدرت مساهمة الطحالب

الموجود فى الأشنات من النتروجين بكمية تزيد عن ١٠ كيلوجرام للهكتار سنويا (٨ أرتال تقريبا للفدان) ويوجد العديد من بكتريا تثبيت النتروجين تعيش مستقلة بنفسها فى التربة وليست معتمدة على نبات عائل، أولها (ومن أكثرها أهمية) الأزوتوباكتر الذى اكتشفه بايرجيرينك فى عام ١٩٠٠ ، وأصبحنا نعرف الآن عددا أكبر من الأجناس ومئات من الأنواع المثبة للنتروجين، التى لا توفر مدخلات كبيرة من النتروجين مثل البكتريا الذى ذكرناها فيما سبق، لأنها تسهم بكميات نتروجين تقدر بحوالى ٥ كجم للهكتار (١١ رطلا) من الأرض غير المزروعة سنويا ، وفى هذه الحالة ، يجب أن نضيف النترات التى تضيفها الأمطار - وتنظيمها ينتج بفعل البرق الذى يمكنه - أن يسهم بكمية إضافية تقدر بكيلو جرام للهكتار (حوالى ١٢ أوقية للفدان) . وتشتق النباتات كثيرا من النتروجين من المصادر الطبيعية التى فى معظمها ميكروبات فى البيئة مزودة بالجينات الملائمة . ومن الطريف (لأن هذا ينبغى أن يكون مسألة بسيطة للمتخصصين فى الوراثة) ، ولم يحدث مطلقا أن حاول العلماء زراعة الجينات التى تحمل شفرة تثبيت النتروجين فى بعض الأنواع الأخرى ، حيث يطمح الزراعيون لإعطاء المحاصيل النجيلية القدرة على اقتناص النتروجين من الهواء ليساعدها فى الحياة على التربة القاحلة. وقد حاول الكثيرون ذلك وفشلوا ، ولا تزال هذه المناورة غير المعقدة تتملص منا ، حيث يسرق نبات البرسيم المتواضع أضواء مسيرة الهندسة الوراثية ، إذ لا يوجد بديل لتأثيره حتى الآن .

هندسة الجينات

تكمّن جيناتك في أعماق خلايا جسمك، حيث ترتبط معا كحبات العقد مكونة ٤٦ تركيباً يشبه الخيوط يسمى الكروموزومات (الصبغيات) . وتحمل الجينات البرنامج الذي يقدح زناد هذه الظاهرة المدهشة للحياة، حيث تمثل كل خلية من خلاياك الشيء الأصغر الذي يمكنك رؤيته، فيسهل رؤية البويضة ، فهي بحجم النقطة التي في آخر هذه الجملة. ويمكنك أن ترى الأميبا أيضا بالعين المجردة. وفي الحقيقة، أن أفضل طريقة لجمع الأميبا أن تترك وحل قاع بركة يرسب في طبق بترى ، وحينئذ تلتقط النقط الدقيقة ذات اللون القرنفلي أو الرمادي مستخدماً ماصة . وتبلغ خلاياك نصف حجم خلايا الأميبا ، ويمكن تماماً إخراجها إذا كنت تملك قوة إبصار ممتازة. ويحتوى جسمك على ١٠٠ تريليون خلية (ومع الاستثناء الوحيد الذي تمثله الكرات الدموية الحمراء)، فكل خلية عادية في جسمك تحتوى على نفس مجموعة الجينات التي تحتويها الخلايا الأخرى . ويختلف عدد الكروموزومات من نوع لآخر ، وهذا العدد ثابت في النوع الواحد، ولا يتوقف على درجة تطور الكائن ، فعدد الكروموزومات في السمكة الذهبية ٩٤ وفي الكلاب ٧٨ وفي نبات الكرنب ١٨ كروموزوماً. وتتكون الكروموزومات من الحامض النووي (دنا) ، الذي يشبه جزيئه سلماً ملتفاً يتكون كل من جانبيه من جزيئات من الفوسفات والسكر، بينما تتكون الدرجات من أربع قواعد نتروجينية (وحدات صغيرة تحتوى ذرات نتروجين) ، هي الأدينين (أ)، والثيمين (ث) ، والسيتوزين (س) ، والجوانين (ج)، تجتمع معاً ، في وسط درجة السلم. ومن الطريف أن هذه القواعد ترتبط ببعضها من خلال مجموعة من النظم ، فالأدينين يزوج بالثيمين فقط ويزوج السيتوزين مع الجوانين فقط ، حيث تحتوى كل من تلك الدرجات على قاعدتين نتروجينيتين ، ولذلك ، فهي معروفة باسم «زوج القواعد» . ويوجد نفس عدد الجينات تقريباً في كل الثدييات. القرود والفئران - الخيول والأرانب البرية - الكواجر (الأسود الأمريكية) ، والادميين ، حيث يبلغ عدد أزواج القواعد ٣ بليون زوج .



شكل (٣٠)

أول انقسامات للزيجوت المخصب

ينقسم الزيجوت الجديد إلى خليتين ، ثم أربعة ، ثم ثمانية ، فستة عشر . وهذه الدراسة المعدة بعناية منذ ١٨٦٤ تظهر أنه بينما تنقسم هذه الخلايا المبكرة ، فتصبح صغيرة أيضا ، وخلال هذه المراحل المبكرة ، فيمكن من الناحية النظرية أن تفصل الخلايا ، كل واحدة تحت ظروف ملائمة قد تكون لديها القدرة لتمو وتصبح بالغة ، وبهذه الطريقة تبدأ القوائم المتطابقة.. إلخ الحياة، وتوفر لها آلية تكوين المستعمرات .

وعلى سبيل المقارنة ، فذبابة الفاكهة المعروفة باسم «دروسوفيلا» يوجد بها ١٥-٢٠ ألف جين ، ويوجد في ديدان النماتودا المستديرة ١٢٠٠٠ جين ، وفي الخمائر حوالي ٨٥٠٠ جين . أما بكتريا القولون ، فقد تعاقبت فيها الجينات تعاقبا شاملا ، ونحن نعلم أن عدد الجينات بها ٣٢٣٧ ، نتشارك في أغلبها مع القرود ، ولكن إذا كنت ستنتظر بدقة إلى التعاقب المضبوط ، فقد تجد اختلافات في حوالي ٥٪ من جملة تلك الجينات . ومع مرور الزمن ، فقد تزيد نسبة هذه الاختلافات في حيوان كالفأر إلى حوالي ٢٥٪ من تلك الجملة - على الرغم من أن ربع عدد هذه الاختلافات قد لا يكون معنويا ، لأنها لا تبدل البروتينات التي تنتجها من الناحية المادية ، فالجينات داخل الجنس الإنساني متطابقة بنسبة ٩٩.٩٪ . وبذلك يكون تركيب مادة (دنا) يشبه الحروف الهجائية ، ولكن بأربعة حروف بدلا من الستة والعشرين حرفا التي تكون الحروف الهجائية في اللغة الإنجليزية . ولن نجد صعوبة في فهم أنك يمكنك الاتصال بغيرك مستخدما ٢٨ حرفا في توافق متباينة ، وهناك ألفبائيات في كل مكان من العالم بحروف أقل من ذلك ، وذلك امتداد للفكرة بأن أربعة حروف هجائية (أ، ث، س، ج) يمكنها أن تكتب الشفرة التي تكوننا أساسيا وتجعلنا ما نحن عليه ، فليس عدد أزواج القواعد، ولكن غزارة هذا العدد هو الذي يطبع المعلومة بطابع التعقيد . فمادة (دنا) في متوسط الكروموزومات الإنسانية تحتوى على حوالي ١٥٠ مليون زوج من القواعد ، يبلغ مجموعها ستة بلايين زوجا في كل نواة إنسانية .

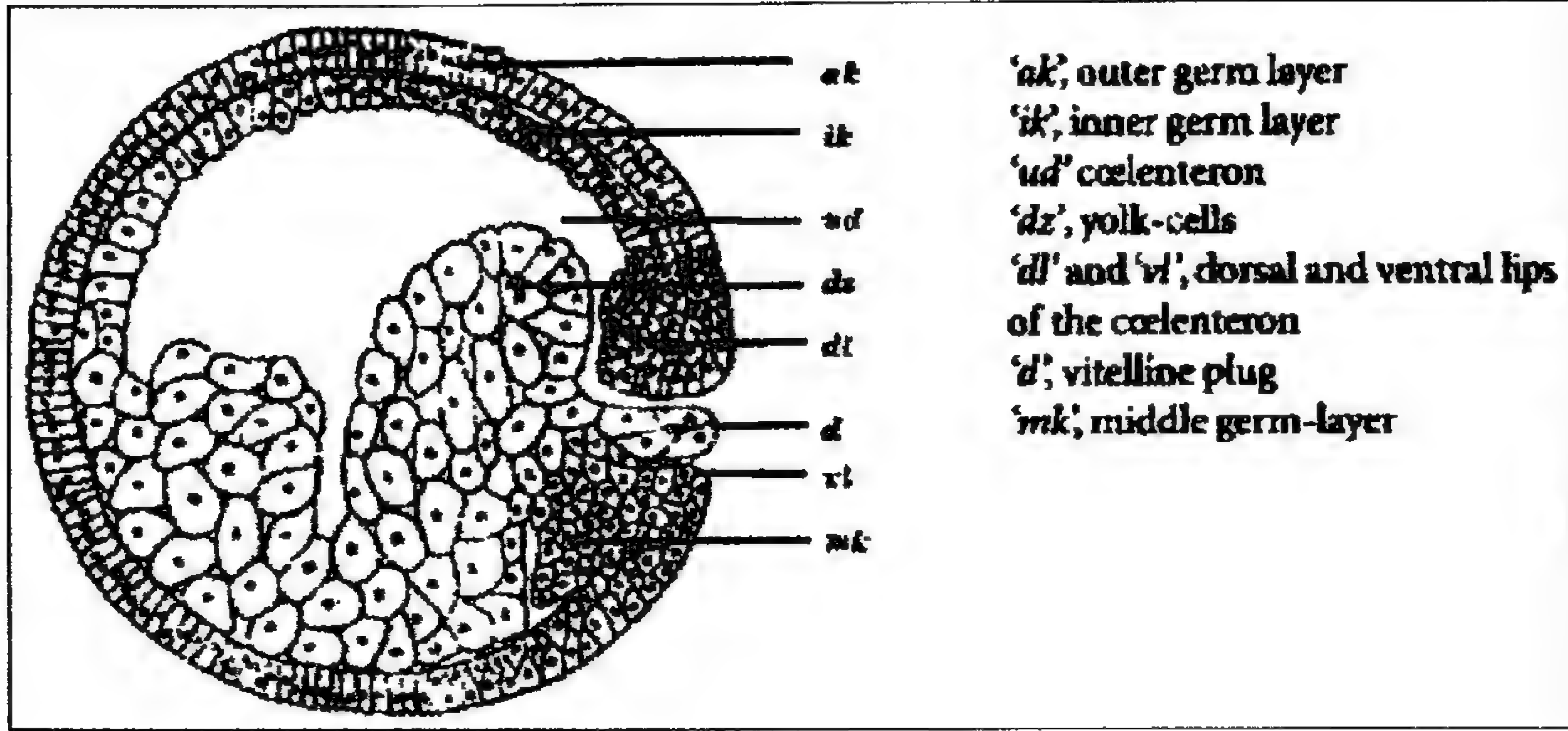
وليست أزواج القواعد كالجينات ، فهي تأخذ آلافاً من أزواج القواعد لتكوين جين واحد. وتحتوى أصغر الجينات على ما يزيد قليلاً عن ١٠٠٠٠ زوج من القواعد، ويحتوى أكثرها تعقيداً على نصف مليون زوج ، وتحتوى كل نواة إنسانية على حوالى ٨٠٠٠٠ جين ، رغم أنه لا تستخدم فعلاً فى كل خلية إلا نسبة بسيطة منها. تكون الجينات مسئولة عن التشفير المؤدى لإنتاج الأحماض الأمينية التى تصبح بدورها بروتينات عند تسلسلها مع بعضها فى نظام توافقى معين .

والبروتينات هى المادة الناعمة المخاطية التى تكون الخلية الحية ، ويعتبر بياض البيض (الزال) أفضل مثال لها ؛ فهو شفاف وزلق وهلامى المظهر ، ويسهل تغيير صفاته الطبيعية بالتسخين . وتتكون البروتينات فى الإنسان من توافق مختلف بين ٢٠ حامضاً أمينياً ، وتعتبر طبيعة هذه التوافق هامة جداً لتحديد نمط البروتين الناتج ، إذ يوجد حوالى ١٠٠٠٠٠ نمط مختلف من البروتين فى أجسامنا ، يجب أن يكون تركيب كل منها صحيح تماماً. تتباين البروتينات تبايناً مذهشاً ، فمنها الأجسام المضادة التى تهاجم الجراثيم، ومنها الهيموجلوبين الذى يحمل الأكسجين . وفى نفس الوقت ، فالإنزيمات التى تهضم طعامنا ما هى إلا بروتينات ، ومنها كذلك الهرمونات التى تجعلنا ننمو ونعرف ، ونتطور جنسياً ونشعر بالقلق . ويشكل تركيب البروتينات أمراً بالغ الأهمية ، حيث إن عديداً من الأمراض الهامة تنجم عن اختلاف - غير مرغوب فيه - فى تركيب البروتين . ومنذ الكشف عن طبيعة جزيء (دنا) ، وجد أنها تأخذ ثلاثة أزواج من القواعد لتكوين شفرة حامض أمينى واحد فى الخط الطويل لتجميع الأحماض الأمينية . وبذلك سينتج الجين المحتوى على ١٢٠٠٠ زوج من القواعد شفرة لناتج مكون من ٤٠٠٠٠ حامض أمينى، كلها مجمعة فى التابع الصحيح ، حتى يتسق لها أن تنطوى وتتصل مع بعضها فى نظام معقد ثلاثى الأبعاد ينتج بروتينا مكتمل الفاعلية . ولا ينتج مركب (دنا) البروتينات بنفسه، بل يكون الشفرة لإنتاج جزيئات أصغر تترجم الشفرة إلى صورة تعمل كصرح لإنتاج البروتينات ، وهذه الصورة هى (رنا - الرسول) ، وهى عبارة عن جزيء (دنا) ، يمتاز بأنه يولد ذلك الجزيء . ويمكن باستخدام المجهر الإلكتروني رؤية جزيء (رنا - الرسول) . وينبثق جزيء (رنا - الرسول) من جزيء (دنا) فى الكروموزوم مثلما تنبثق الفروع من الشجرة، وتحيط بها كالأشعة أو مثلما يخرج شعر الفرشاة . ويعمل مركب (دنا) كصرح لجزيئات (رنا - الرسول) التى تصدرها الكروموزومات، ما عدا قاعدة

مختلفة تسمى اليوراسيل (ى) تحل محل الثيمين (ث) الخاص بمركب (دنا) . وبمجرد اكتمال خيوط (رنا-الرسول) ، تغادر تلك الخيوط مركب (دنا) خلال الخلية إلى منطقة حيث يتوقع أن تبدأ فيها عملية الإنتاج ، وحينئذ تتم قراءة شفرة (رنا - الرسول) بواسطة النظام الجزيئى فى موقعه الخاص من الخلية، حيث تكتمل عملية إنتاج بروتينات جديدة من هذا المركب . ويمكننا قراءة الشفرة بأنفسنا ؛ مثال ذلك: ينتج الحامض الأميني ليوسين فى البروتين الجديد عن تتابع شفرة القواعد : سيتوزين - يوراسيل - جوانين (س - ى - ج). وبالمثل، فنحن نعلم أن الشفرات : أدينين - يوراسيل - جوانين (أ - ى - ج) لازمة لإدراج الميثيونين فى سلك الأحماض الأمينية اللازمة لتكوين البروتين ؛ فالجينات ليست أكثر من مكتبة تغص بالمراجع المكثفة ، وحين تحمل فى ذهنك أن كل المعلومات اللازمة لإنشاء حياة جديدة موجودة فى صورة شفرات لتكوين الإنسان فى رأس خلية الحيوان المنوى (الذى يحتوى على أصغر نواة فى الوجود) ، فتكون قد أدركت كنه تلك النقطة المجهرية إلى أقصى حد. ويمتد الطول الكلى لجزء (دنا) فى كل خلية إلى حوالى المترين (قراءة ٦ أقدام) ، ويعتبر هذا الجزء حقيقة التشفير المطلق للكائن ، ومن الصعب أن نتخيل أى نظام للمعلومات أكثر كثيفا من هذا النظام .

ويوجد الكثير من المادة الوراثية التى تهيمن على معدل تكاثر (رنا - الرسول) بجانب مركب (دنا) النشط فى كل كروموزوم ، وهى فى الحقيقة التى تقرر ما إذا كان قد حان الوقت للملائم لذلك أم لا .

ويعتبر تنظيم التعبير الجينى جزءاً حيوياً من تنسيق الطريقة التى تعمل بها الخلايا ، فتؤخذ كمية من كل جين مع تلك الوظائف الحاكمة. ونحن نوقن الآن أن الكتلة السائدة من مركب (دنا) فى كل نواة لا تبدو أبداً أنها تؤدى أى وظيفة على الإطلاق . ويسمى المشتغلون بالوراثة هذه الكتلة «دنا الخردة» . وعلى الرغم من أن وجودها قد خدع الناس لعدة سنين ، فلا يعلم أحد بوضوح سبب وجودها . وهناك «خردة» أكثر بكثير مما يمكن أن تكون معنية بتنظيم طريقة سلوك الجينات ، وقد تكون هذه الخردة أبعد بكثير فى أهميتها من أن يفهمها أى شخص بوضوح .



شكل (٣١)

جنين «سمندل الماء» يبدأ التميز في مراحله المبكرة

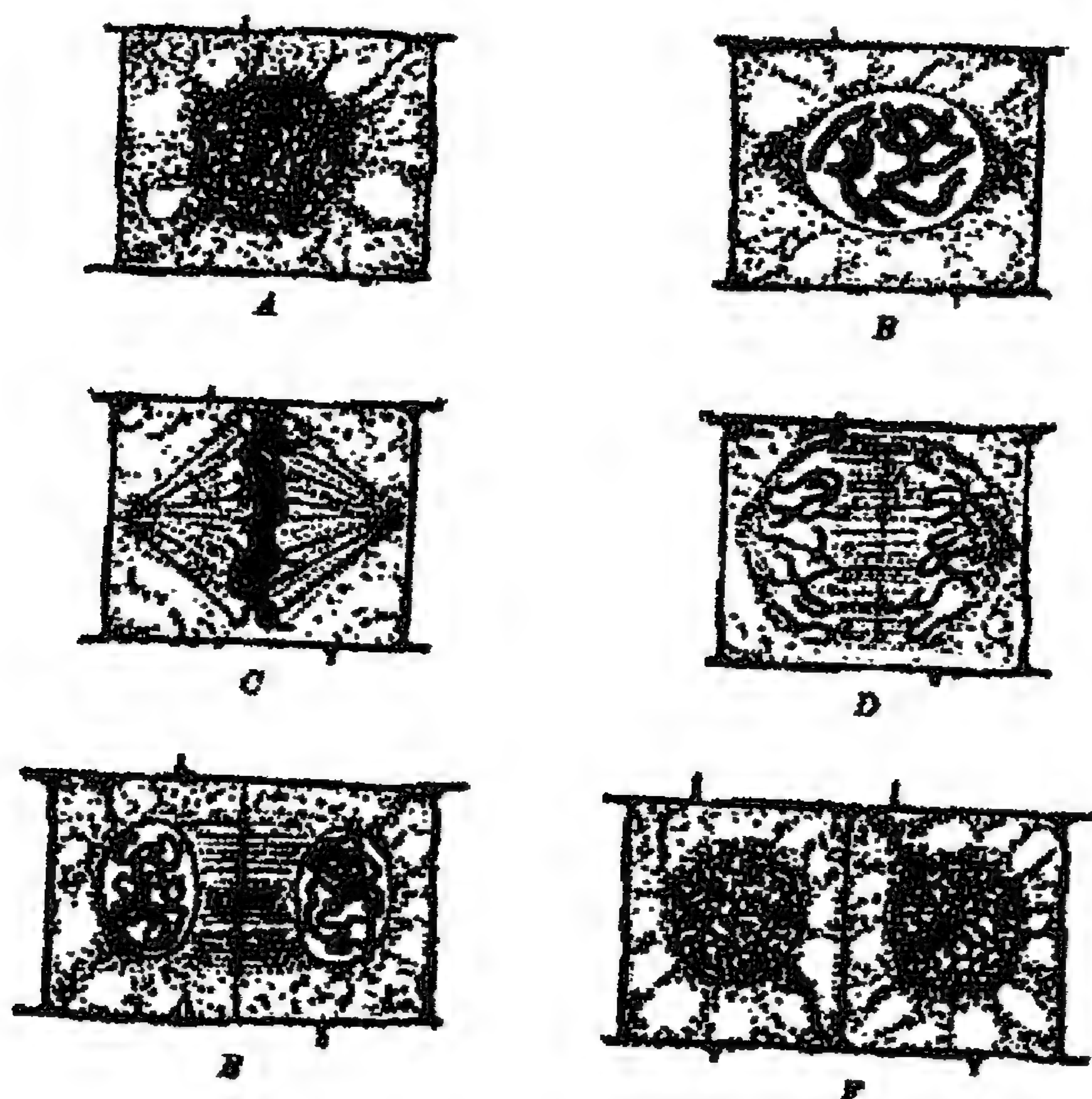
سرعان ما تبدأ خلايا الكرة المكونة من خلايا متطابقة في التخصص إلى كرة مجوفة تشكل بدايات القناة الهضمية، في حين يكون للجنين الدقيق الحجم مقدمة ومؤخرة محدبتين ومعالم يمكن تمييزها ، ويكون حجم الخلايا الأسبق في النشوء أكبر بكثير من حجم التالية لها .

تمثل الوظائف المنظمة للجينات ، بطريقة ما ، المفتاح للأسلوب الذي تعمل به الحياة ؛ فعندما ينبثق مركب (رنا - الرسول) من مركب (دنا) ببساطة مثلما تخرج المكونة الإسباجيتي من آلة صناعتها ، حيث يمكن للخلية أن تمتلئ بكل البروتينات في كل الأوقات ، فالحياة تتقدم فقط بسبب طبيعة البروتينات، وفي المرات التي يتم فيها إنتاج تلك البروتينات ، فإن ذلك يحدث طبقاً لنموذج سابق التحديد. وآخر شيء يمكنك أن ترغب فيه هو عبء من الهيموجلوبين ذو اللون الأحمر القاني ، الناتج عن خلايا تبتدع العدسات الشفافة في العين ، أو كتل بروتينات العضلة المتولدة داخل الخلايا العصبية للمخ، والمعنية بالتخصص في عملية التفكير . وبينما تبدأ في النمو، ينقسم الزيجوت (البويضة حديثة التلقيح) إلى خلايا أصغر متطابقة ، وسرعان ما تصبح كرة خلايا مجوفة ، ثم تستطيل متحولة إلى أنبوبة ذات رأس ونهاية ذيل متميزين ، وبينما تنتهي هذه المرحلة ، تبدأ الخلايا المتضاعفة في إظهار الاختلافات حين تبدأ في التخصص . وفي خلال شروحي التي أقدمها في هذا الكتاب ، فإن بعض القدرات ذات الوجوه المتعددة للخلايا المبكرة النشوء ، يتم كبحها بينما يجري اختيار الأخرى وتقويتها ، وذلك عمل المواد المنظمة للتشجير في مركب (دنا) ، التي تمثل قاعدة هذا التحكم الاختياري ، ونتيجة لدقة تركيبه أن العلم لم يصل حتى الآن إلى فهم التفاصيل الخاصة بالطريقة التي يعمل بها هذا النظام .

ومع ذلك ، فنرى نماذجَ من الأمراض التي يمكن أن تنجم عن خلل تلك النظم . فإذا استمرت الخلايا في الانقسام حينما كان يجب أن تتوقف ، تنتج الأورام ، وحينما تلتوى البروتينات بطريقة غير صحيحة ، فإنها لا تقوم بعملها كما يجب . وتحدث التأثيرات المخيفة للمرض الإسفنجي حين تفشل بروتينات البرايون في المخ في الالتواء بطريقة صحيحة ، مما يؤدي إلى ظهور الثقوب في الخلايا العصبية ، لأن جزيء البروتين لا يلبث أن يتطابق مع مكانها الصحيح ، فجزئيات الهيموجلوبين لا تلتوى بالطريقة الصحيحة، مما يؤدي إلى المرض الوراثي «أنيميا الخلية المريضة» الذي يصاب به الزنوج ، وتكون النتيجة أن يميل الهيموجلوبين إلى تكوين ألياف طويلة رفيعة بدلا من حزم ناعمة مطوية ، وذلك حينما يكون في حالة نزع الأكسجين منه، ونتيجة لهذا ، تستطيل الكرات الحمراء المستديرة عادة والأوكياس الناعمة من الهلام بشكل عجلات السيارة ، وتصبح مستدقة الطرفين . ويسبب هذا ألما عميقة مضجرة في المفاصل تشكل عبئا معيقا للحركة يلزم المريض طوال الحياة. ومن الطريف أن هذه الكرات لا تصلح كمصدر لغذاء طفيل الملاريا بسبب شكلها غير المضبوط ، فلا يقاسى الوارثون لهذا المرض من الملاريا ، وبهذا تكون لهم ميزة على أولئك غير المرضى بمرض «أنيميا الخلية المريضة» ، وهناك حوالي ٤٠٠٠ مرض وراثي معروف في العلم الطبي ، وتشكل عبئا مأساويا على العائلات التي تصاب بها .

حينما تنقسم الخلايا ، ينشق كل من الكروموزومات إلى نصفين ليتسنى لمجموعة كروموزومات كاملة أن تعبر إلى خلايا نواة كل خلية وليدة . وأول من شاهدها هو عالم النبات المتميز «كارل نيجيلي» في عام ١٨٤٢ ، حيث راقب الخلايا أثناء انقسامها ، وكتب أنها «أجسام دقيقة رؤيت أثناء انشطار النويات» وسمّاها «مادة الخلية المنتقلة»، وهي ما تعرف الآن باسم «الصبغيات» أو «الكروموزومات» . ولكن سجلت المراحل التفصيلية لانقسام الخلية بواسطة «والتر فليمنج» (١٨٤٣-١٩٠٥) ، الذي كان أستاذا في براغ ، وفيما بعد في كيل بدقة ، حيث عرف كل مرحلة من مراحل عملية الانقسام وأعطاه الأسماء التي تعرف بها حتى يومنا هذا . ولما كانت هذه «المادة الليفية المنتقلة» سهلة الصبغ بالصبغات اللونية التي نستعملها لفحص القطاعات تحت المجهر، فقد سماها «والدير» عام ١٨٨٨ بالصبغيات أو الكروموزومات (مصطلح مشتق من اللفظ اللاتيني : أجسام ملونة) ، وقد سجل فليمنج ملاحظة هامة ، هي أن الكروموزومات تنشق عند منتصفها كما يحدث في انقسام الخلية والذي يحدث في كل كروموزوم هو أن التركيب الحزوني للمركب (دنا) ينشطر إلى نصفين ، ينبسط كل منهما، ثم ينزلق كزمام منزلق (سوستة ثياب) من الحرير الصناعي (النيلون) مصحوبا بأزواج القواعد الجديدة التي تكون كل منها مشابهة لدرجة من درجات السلم ، وينشق

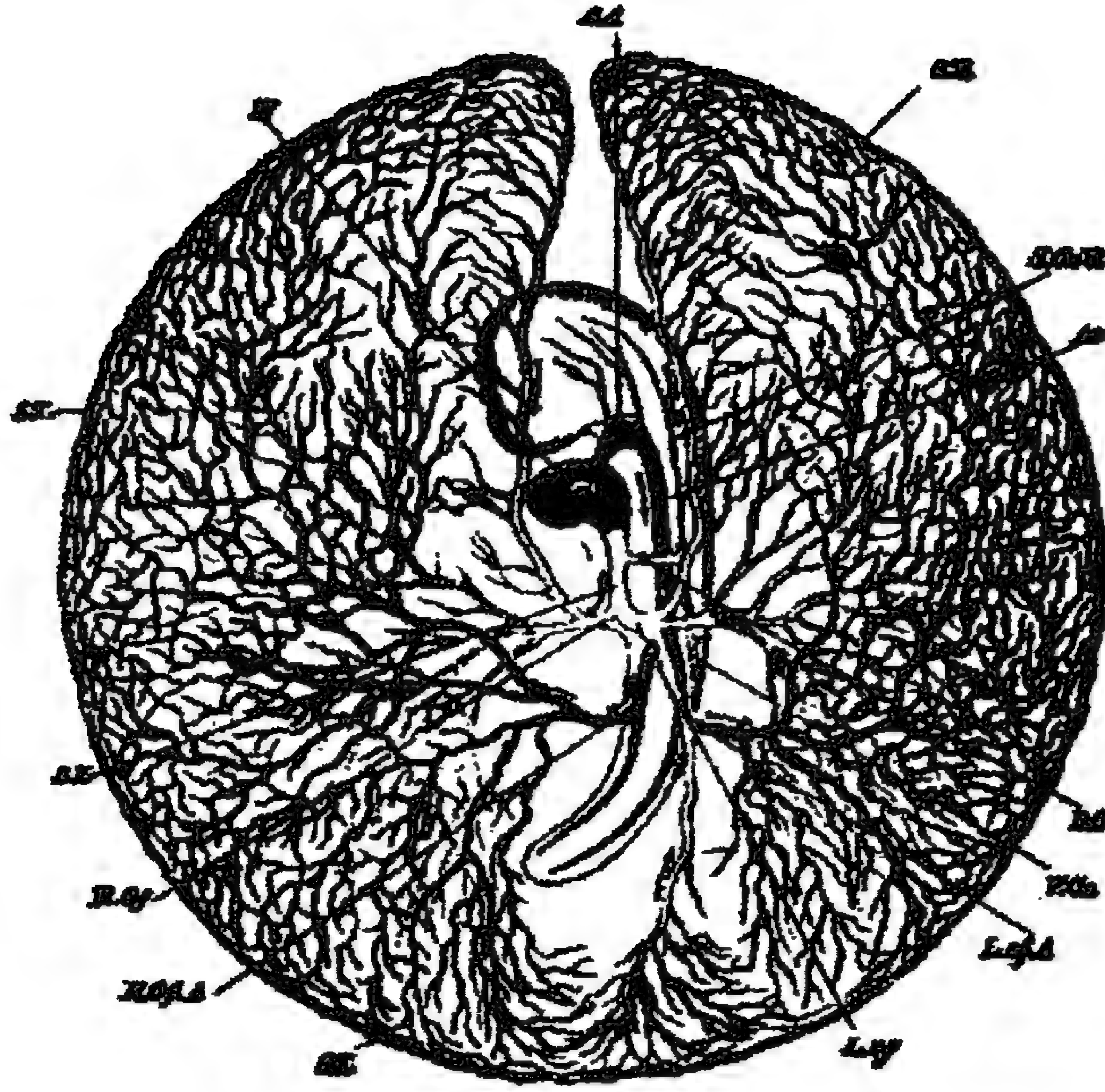
كل كروموزوم إلى كروموزومين توأمين ، حيث يلتصق كل كروموزوم مزدوج بالنهايات المقابلة له من الخيوط الدقيقة للخلية مثل حبال مظلة القفز من الطائرة (البراشوت) ، تكون هذه الحبال «مغزل الخلية» ، كما يسمى ، وتنقبض هذه الحبال فتتكمش وتصبح أقصر وأسمك، جاذبة الكروموزومات بعيدا عن بعضها ، وربما تنجذب كل من مجموعتي الكروموزومات الحديثة الانقسام إلى قطبي الخلية ، ويبدأ تكوين غشاء نووي حول كل من هذه المجموعات ، بينما تأخذ الخلية في الضيق حول نقطة المنتصف ، ويستمر هذا الضيق حتى يتوقف عند المنتصف ، وهذه هي الكيفية التي تصبح بها خلية واحدة خليتان .



شكل (٢٢)

انقسام الخلية (ظاهرة النمو الهامة)

أعد إدوارد سينوت هذه المناظر لانقسام خلية نباتية في أواخر الأربعينيات من القرن العشرين ، وتظهر فيها النواة العابية (١) ولا تبدو عليها أى علامة للكروموزومات، وحين يبدأ الانقسام، تظهر الكروموزومات كخيوط مزدوجة (٢) تتجمع حول مركز الخلية (٣) وبينما تتسحب هذه الخيوط بعيدا عن بعضها (٤) تكون الخلية نواتين جديدتين وليبتين وجدار جديد للخلية الناتجة (٥) .
(والآن أصبح لدينا خليتين وليبتين جديدتين، تستقل كل منهما بنواتها المطابقة لنواة الأخرى (٦) وتسم هذه العملية «الانقسام غير المباشر» أو «الانشطار المزدوج» .



شكل (٢٢)

شبكة أوعية دموية يكونها الجنين في بداية تكوينه

يكون الجنين هذه الشبكة جلبا للأكسجين والغذاء وللتخلص من الفضلات، وهذه صورة جنين دجاجة عمره ٢ أيام تم عرضه عام ١٨٧٦ ، ويلاحظ هنا ارتباط الجنين بصفار البيضة .
في الجنين الإنساني تكون هذه الشبكة علامة على بداية نمو خلايا المشيمة. لاحظ القلب (h) الأورطي (aa) اللذان تكونا من قبل .

تسمى هذه العملية باسم «الانقسام غير المباشر» أو «الانفلاق المزدوج»، وهي تشكل المفتاح لفهم كيفية نمو وتطور الكائنات.

وتعرض قصة اكتشاف الانقسام غير المباشر ناحية مشوقة من نواحي تطور علم الحياة (البيولوجيا) ، وتتيح لنا معرفتنا بتركيب (دنا) أن نرى ما يحدث على المستوى الجزيئي . ولكن توجد آلية أخرى ذات أهمية حيوية في بيولوجيا الخلية .

فما الذى يحدث فى التكاثر الجنسى؟ تحتوى كل خلية طبيعية على ٤٦ كروموزوم، بواقع ٢٢ من كل من الأبوين ، وفى لحظة انقسام الخلية تنشط الكروموزومات ليتضاعف هذا العدد فينتج ٩٢ كروموزوما وليدا ، وحينما تنجذب هذه الكروموزومات بعيدا عن بعضها ، فنجد أنفسنا مع ٤٦ كروموزوما لكل خلية، كما سبق. ويتضمن التكاثر الجنسى حيوانا منويا وبويضة يتصلان معا ليكونا اللاقحة (الزيجوت)، التى هى عبارة عن الخلية المخصبة التى سيتكون منها الفرد الجديد . وإذا كانت كل من خلايا الجرثومة ستحتوى ٤٦ كروموزوم ، فقد تحصل فى النهاية على زيجوت يحتوى على ٩٢ كروموزوما. عند كل جيل قد يتضاعف هذا العدد ، وبعد ألف سنة، فقد يزيد وزن الكروموزومات فى الخلية الواحدة على وزن المجموعة الشمسية ، ولذلك لا بد أن تكون هناك آلية أخرى أثناء العمل. وحقيقة الأمر ، أنه يوجد نوع مختلف من الانقسام يعرف باسم «الانقسام الاختزالى» ، الذى تم كشف النقاب عنه على يد عالم الوراثة الإنجليزى المشهور «سيريل دارلنجتون» (١٩٠٢-١٩٨١) فى مبنى معهد البستنة المستقل جون إينز ، حيث بنى اكتشافه على نتائج العالم توماس هنط مورجان، حيث أظهر دارلنجتون كيفية عبور الجينات من كروموزوم لآخر ، وعمل على تفعيل الفكرة القائلة بأن التكاثر الجنسى بواسطة الانقسام الاختزالى كان السبب الرئيسى فى التغيير الجينى بين الأجيال .

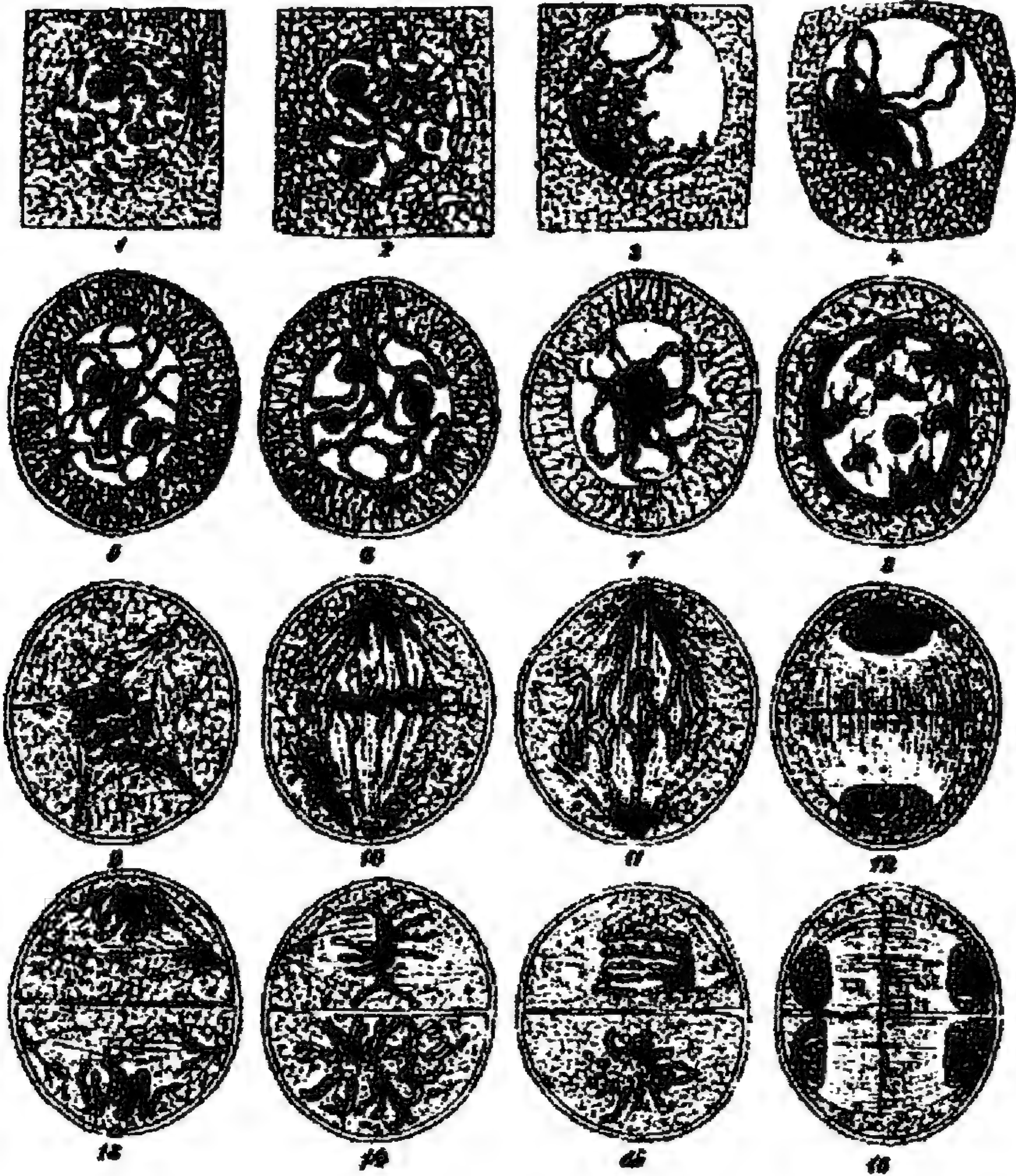
ما يحدث فى الانقسام الاختزالى هو حدوث انقسامين، واحد بعد الآخر، فتحتشد الكروموزومات عبر النقطة الوسطية فى الخلية المنقسمة وتنشط إلى قسمين ، تماما كما تفعل فى الانقسام غير المباشر ، ولكن بعد أن يسحب المغزل مجموعتى الكروموزومات بعيدا عن بعضهما، يحدث الانقسام الثانى متعامدا على الانقسام الأول . وفى هذه المرة لا تنشط الكروموزومات ، وإنما ينجذب نصف الكروموزومات (٤٦ كروموزوم) إلى النواتين الوليدتين الجديدتين، وبهذه الكيفية يحتوى كل من الحيوان المنوى والبويضة على ٢٢ كروموزوما فقط. وسينتج عن هذا مجموعة متنوعة من كروموزومات الأبوين، من كل منهما النصف تقريبا. تحتوى خلايا المرأة على كروموزومين ، يعرفان بخلايا (xx) ، فى حين تحتوى خلايا الرجل على كروموزوم واحد (y) وآخر (x) ويعرفان بخلايا (xy) ، ويعنى «الانقسام الاختزالى» أن كل بويضة أنتجت المرأة تحتوى على كروموزوم واحد (xx) ، بينما يحتوى نصف تلك التى فى خلايا الحيوان المنوى على كروموزوم (yx) بينما النصف الآخر يحتوى على كروموزوم (xx) ، وبهذه الطريقة يمنح الرجال طبيعة جنس المولود فى نسلهم ، ولذلك تتساوى فرص الحصول على طفل أو طفلة بنسبة ٥٠:٥٠ .

الجينات، وليست الكروموزومات ، هي المسئولة عن تحديد جنس الوليد، وفي بعض الأفراد يمكن أن يوجد الجين الذكري علي كروموزوم (xx) ، والعكس صحيح. وبالرغم من ندرة هذه الحالات، فهناك حالات لنساء نوات كروموزومات (xy) ، بالضبط كما لو كن رجالا ، نوى كروموزومات (xx) ، كما تنتج بعض حالات التداخل الجنسي عن الخطأ في موضع الجين المسئول عن تحديد الجنس والذي ينتهي في المكان الخطأ . وربما كانت بعض نجمات الرياضات العنيفة اللاتي لديهن كافة صفات النساء ، ولكنهن يظهرن كالرجال ، في الحقيقة ضحايا بريئة لجين متحول . وإذا ثبت أن هذه هي الحالة ، فقد لا يحدد اختبار الكروموزوم الجنسي الحقيقي للفرد : إذ قد تكون الكروموزومات الجنس (xx) ، كما لو كانت في امرأة ، ولكن يمكن أن يكون الجين الذكري لازال موجودا ويغير النوع النشط من الجنس .

ومن الصحيح أن الطريقة لمعرفة جنس الكروموزوم هي النظر داخل جيناته، فليست الذكورة والأنوثة بالصفات المطلقة، وإنما يشارك كل من الأبوين في أرضيتهما، مع التميز الجنسي الذي يأتي فيما بعد.

ويمكن أحيانا أن تسجل طفلة مولودة حديثا يبظر كبير على أنها طفل ذكر، تماما مثلما يحدث مع طفل ذكر لم تنزل خصيته ويكون قضيبه صغيرا بشكل غير طبيعي، فيعتقد أنه أنثى. وتتشابه الأعضاء الجنسية لدى صغار الذكور والإناث في أوجه كثيرة، وفي الحقيقة للرجال رحم هو «الرحم الذكري»، وهو عبارة عن جسم صغير ملئ بسائل يوجد في عمق العانة يتطابق تركيبه مع تركيب الرحم في النساء. ويشيع تداخل الجنس في الحيوان أكثر مما في الإنسان، ففي الماعز تبلغ نسبة الماعز الحديثة الولادة بصفات ذكورة وأنوثة مختلطة حوالي ١٥٪ في بعض السلالات، وتبلغ هذه النسبة في الخنازير واحدا من كل خمسمائة. وفي البقر تعد العجلات الإناث من التوائم، وتعد عجلات التوائم المختلفة الجنس بقرات - من الناحية الكروموزومية - ولكن صفاتها تتضمن الكثير من صفات الثيران. وكذلك الحال في الدجاج، فيمكنها أن تظهر تغير الجنس، فللدجاجة الناضجة مبيض واحد فعال على اليسار، بينما ينكمش الآخر إلى عضو غير تام النمو، فلو فرض أن المبيض الأيسر حدث به تلف ، نتيجة ورم مثلا، فينمو المبيض الآخر ليقوم بوظائفه، ولكنه ينضج كخصية لا كمبيض، وعند التغيير التالي للريش تنتج الدجاجة الريش الخاص بالديك . وبالرغم من كون تحديد الجنس هو دائرة اختصاص الجينات ، فيمكن أن يعتمد التعبير عن الجنس على الظرف ، فبعض الأسماك تغير جنسها بطريقة طبيعية خلال حياتها، وينتشر التوالد البكري في المن ، وهذا هو السبب في تكاثرها بتلك السرعة

الكبيرة. وطوال فصل الصيف تنتج الأنثى صغارها بدون تدخل الذكر، ويتم ذلك باستبعاد الانقسام الاختزالي، بحيث تتطور بويضاتها مباشرة لتنتج تلك الصغار، فلا يرفع التكاثر الجنسي رأسه ثانية حتى الخريف، حين تنتهي الحاجة إلى تفجر تكاثر غزير.



شكل (٣٤)

الانقسام المزدوج مفتاح التكاثر الجنسي

تحتاج الخلايا الجنسية إلى نصف عدد الكروموزومات العادي، ويستعاد العدد الكلي حين تندمج الخليتان وتنتجان الزيجوت، ونرى هنا دراسة من القرن التاسع عشر قام بها ستراسبورجر مظهراً كيفية حدوث الانقسام الاختزالي، ويمكن رؤية الانقسام العادي لخلية حتى رقم ١٢، بينما يبدأ عند ١٣ انقسام ثان، متعامد على الأول الناتج عن الانقسام الأخير (١٤-١٦) ويخصص نصف عدد الكروموزومات لكل خلية للانقسام.

تبين نتائج بحوثنا على الكروموزومات أنها مؤلفة من ثلاثة أجزاء رئيسية ، حيث يشكل تتابع مركب (دنا) المكون الوراثة الرئيسى من الكروموزومات ، ولكن ينتهى كل من طرفى هذا المركب بجزء نهائى مكون من سلاسل قصيرة من (دنا) تعرف بالتيلوميرات، تتكرر مرات عديدة . ويبدو أن هذه «التيلوميرات» تشكل نوعا من آلية التوقيت، حيث إنها تزداد فى القصر مع كل انقسام خلوى، وفى النهاية، حينما يحل وقت نهاية حياة الكائن، تكون هذه المكونات قد بلغت من القصر الحد الذى يبطئ عنده الانقسام الخلوى ويموت الجسم . وبالرغم من كل معلوماتنا الطبية ، فلم ننجح فى إطالة الفترة الكلية لحياة الإنسان . بالرغم من توقع ازدياد متوسط عمر الإنسان، فمن الواضح أن هذه التيلوميرات هى وسيلة الطبيعة لضمان انتهاء صلاحية كل جيل ، وإفساح الطريق للجيل التالى . ويقع الجسم الخلوى المعروف باسم (سنترومير) فى مكان ما بالقرب من مركز الكروموزومات ، حيث يلصق المغزل نفسه خلال انقسام الخلية ، ونحن لا نعلم فى الوقت الحاضر إلا القليل جدا عن هذا «السنترومير» الذى أصبح مصدرا ثوريا للكثير من البحوث .

ترتبط الأخطاء المحتمل حدوثها ، بكثرة التعقيد داخل جزيئات مركب (دنا) ، وبالنشاط البالغ الكثرة داخل الجينات ، حيث تحوى الخلايا نظاما دقيقة فى جيناتها تساعد على اكتشاف التلف وتصحيحه ، ولكنها تخطئ فى إيجاد أزواج القواعد الجديدة فى تركيب منتظم، ويفسر هذا كيفية حدوث الطفرات ، وكقاعدة تسبب طفرة واحدة مشاكل للفرد ، حيث تحدث هذه الطفرة، ولكنها فى نفس الوقت تصلح كوسيلة لاختبار الخلية وقياس الكيفية التى تسلك بها التغيرات الجينية . ورغم أن الأنواع كانت متاحة من قبل اختبار مركب (دنا) ، فالمشكلة كانت فى أن الجزيء نفسه صغير، وبالعقد التعقيد، وفضلا عن ذلك ، فقد تم تدميره خلال عملية التحليل ، وقد توصل عالم الوراثة الأمريكىان هوبرت بومير وستانلى كوهين فى عام ١٩٧٢ إلى اكتشاف مثير، فقد أعلنوا عن كيفية تكبير عدد الجينات ، باستخدام إنزيمات محددة ، تقطع قسما من مركب (دنا) وتعيد تركيبه فى (دنا) خلية أخرى، وقاما بدس عينة من (د.ن.أ) فى خلية بكتيرية سريعة النمو مثل بكتريا القولون ، لأن ذلك مكنهما من إنتاج أعداد شريحة (دنا) بتنمية البكتريا فى مزرعة ، وبهذه الطريقة، تمكنا من عمل بلايين النسخ من شريحة (دنا) - أكثر من الكفاية للتحليل والاختبار بكثير من التفصيل . فإذا احتوت الشريحة على الجينات الحاملة لشفرات إنتاج هرمون ما مثل الأنسولين ، فحينئذ تعنى زراعته

فى النظام الوراثى لبكتريا القولون إمكان تنمية البكتريا فى خزانات، وحصاد الهرمون تماما كما لو أنك تنتج الكحول من الخميرة . وتصلح هذه التقنية بالذات فى إنتاج إمدادات من الأجسام المضادة بإدخال الجينات المسؤولة عن إنتاج الأجسام المضادة فى خلايا بكتريا القولون فتنتج بلايين النسخ المتطابقة من الأجسام المضادة ، لذلك تمثل هذه التقنية ضربا من الاستنساخ ، لأنها تنتج أجساما مضادة كلها متطابقة ، وتعرف هذه باسم «الأجسام المضادة ذات الاستنساخ الوحيد» .

وبينما كان النظام الجديد الخاص بتقنية «إعادة إدماج» (دنا) يتطور ، أمكننا تطوير طرق سريعة وأكيدة لرسم خريطة التتابع الصحيح لأزواج القواعد فى شرائح (دنا) . ويتيح لنا تحديد النظام الذى تنتج به الأحماض الأمينية من (رنا- الرسول) الناتج. ونحن نعلم الآن أن الجينات المسببة للتليف الحوصلى ، على سبيل المثال، فقدت ثلاث قواعد من جملة ٢٥٠٠٠٠ قاعدة فى كل الجين . وقد تم من قبل رسم آلاف من الخرائط الجينية للإنسان بهذه الطريقة، ويهدف المشروع الدولى لخريطة الإنسان الوراثية (مشروع الجينوم) إلى استكمال خرائط الجينات فى كل كروموزوم إنسانى فى باكورة الألفية الثالثة. ويمكننا بهذا أن نتعرف فى بعض الأحيان على الأصحاء الذين يحملون جينات ذات طفرات ، كما تمكننا هذه التقنيات الجديدة أيضا من تغيير مركب (دنا) حسب الرغبة ، فإذا كان ذلك الجين موصولا بنظام الخلية الذى نشأ منه، فيمكنك حينئذ أن تغير التركيب الجينى للخلايا ، وفى بعض الحالات ، يمكنك حقن مركب (دنا) - (الذى تم إصلاحه) مباشرة فى نواة الخلية. وتشكل خلايا نخاع العظمى (التي تنتج خلايا الدم للجسم كله) أحد مصادر الخلايا التى يمكن إزالتها ، وإصلاحها وإدخالها إلى الجسم مرة أخرى .

يمكن التعامل مع الأمراض الأخرى بطريقة مختلفة ، وذلك بإدخال شرائح من (دنا) فى فيروس ، ثم استخدام الفيروس لإعادة مركب (دنا) الذى تم إصلاحه إلى الجسم ، فالفيروسات ماهرة جدا فى هذا الصدد عند حقن (دنا) فى الخلايا العائلة . ومما يبعث على الرضى فى أغلب الأحيان أن تستأنس الفيروس ونوظفه فى حمل الجينات التى سوف تساعد فى شفاء الناس، بدلا من أن تمرضهم .

يوجد مدخلان يمكن استخدامهما للتعرف على نوع البروتين ؛ أولهما، أنه يمكن أحيانا التعرف على البروتين غير الصالح بواسطة تركيبه الطفري ، وحينئذ نعود للعمل

على الجينات التي تعمل شفراتها على إنتاج ذلك البروتين . وإذا استحال ذلك، فيمكن أن نلجأ للبديل الثانى ، باستخدام تقنية موضوعية ، وهى إيجاد الجين الذى حدثت به طفرة أولا، إما بالعثور على موقع الجين المماثل فى الفئران أو بإعادته مباشرة إلى موضعه الأصلي من التركيب الجينى. وتقدم هذه التقنية أملا جديدا فى مستقبل العلاج لمثل هذه الأمراض ، كالأمرض المتعلقة بالجهاز العصبى والجهاز العضلى. وقد يقدم علاج الجينات حلا سريعا لشفاء تلك الحالات القاتلة التى لا علاج لها فى الوقت الحالى ، مثل التليف الحوصلى وفقر الدم الوراثى .

وهناك أيضا أمراض وراثية يدرسها علماء الوراثة ، منها ما يسبب سرطان الثدي ، أو المستويات المرتفعة للخطر الكولسترول فى الدم التى يدرسها علماء الوراثة، لأن علاجها قد ينتج عن علاج الجين أيضا .

ويمكننا أن نعمل على شفاء عديد من الأمراض بمنع الجينات فى داخل الخلية من إنتاج نواتج ضارة . فإذا استطعنا أن نحجب نشاط الجين أو نوقف (رنا - الرسول) التابع له من حمل معلوماته ، فقد يطرد الناتج الضار ويمكن شفاء المرض. والمثال واضح على ذلك ؛ إذ ينتج «الجسم المضاد» بواسطة الخلايا التى تتعرض للهجوم من «مولد الجسم المضاد» ، وهو بروتين يمكنه تدمير تلك «الأجسام المضادة» . ويتكامل وجود «مولد الجسم المضاد» بوجود «الجسم المضاد»، فهما مقترنان معا، وبذلك يتم تثبيط «مولد الجسم المضاد»، فهو موجود على سطح الخلايا المنتجة للمرض والتى تستثير إنتاج الأجسام المضادة، التى يستمر بعضها مدى الحياة (إذا أصبت مرة بالعنوى، فسوف تظل منيعا ضد الإصابة بها مدى حياتك بعد ذلك) . ولكن المناعة ضد الأمراض الأخرى لا تستمر طويلا ، لذلك ، فإنك تحتاج إلى الحصول عليها من وقت لآخر. وعادة تغير جراثيم عديدة (مثل فيروسات البرد والأنفلونزا) العلامات المميزة لسطوحها ، كي تخطئها المضادات الحيوية الجاهزة ، فلا تثبط نشاط هذه السلالات الجيدة .

وعلى أى حال ، فلماذا لا نستخدم نفس النظام ضد الأمراض الوراثية ؟ فنحن نقول أن التابع العادى لمركب (رنا - الرسول) ، مبنى «بالمعنى الصحيح للبناء» ، وذلك لكى يعمل بالطريقة «الصحيحة» ، ولكن ماذا يحدث إذا كنا سنكون خيوطا من (رنا - الرسول) ؟ قد يكون هذا الخيط مبنيا بناء «غير صحيح» ، فقد يزوج كما لو كان (رنا)

«صحيح» ويتم تحييده. ولذلك، فكل ما عليك أن تفعله هو أن تنتج خيطا من (رنا - الرسول) تتكامل فيه كل القواعد الآزوتية، كما يلي :

٢ - س - ج - ي - أ - هـ : فهذا بناء «صحيح» لمركب (رنا - الرسول) ،

ولكن ليس كما فى الصورة التالية :

هـ - ج - س - أ - ي - ص: فهذا بناء «غير صحيح» لمركب (رنا - الرسول)، فحينما يلتحق (رنا - الرسول) بالخيط العادى، تتوقف عملية النسخ، بحيث يطابق كل منهما الآخر ، مثلما يفعل «الجسم المضاد» مع «مولده» ، ولا يتمكن الرسول غير المرغوب فيه من إحداث تأثيراته. ونحن نعلم أن فاعلية هذه الفكرة قد ثبتت إبان البحث عن وسيلة للحفاظ على الطعم الطازج للطماطم، حيث تعد الطماطم التى تباع فى المحال أقل درجة بكثير من تلك الحديثة القطف من الحقل . وكان صنف الطماطم «فلافر سافر» أول تطبيق تجارى لهذا المبدأ، حيث سرعان ما فقدت ثماره نكهتها بسبب نشاط الإنزيمات فى تكسير المركبات المكسبة لطعمه الجيد ، وقد قدم الصنف الجديد للطماطم المهجنة إلى السوق لأنها تحتوى جينا إضافيا، ينتج (رنا) - «غير صحيح»، يثبط نشاط الإنزيمات - المفسدة للنكهة - إلى حد كبير ، وبذلك لا تتعرض النكهة للتدمير بهذه السرعة. وتتميز هذه الطماطم المهجنة باحتوائها على ١٠٪ فقط من كمية الإنزيم، ولذلك ، تستمر نكهتها لفترة أطول بكثير .

تعتقد آمال على أن تمتد هذه الفكرة إلى علاج المرضى، فقد ظهرت نتائج مختلطة لاستخدام العلاج بالجين «غير الصحيح» لمرض «الورم الليمفاوى» ، ولكن علاج الورم القتامى الخبيث قد بدأ فى إظهار بعض النتائج الإيجابية المشجعة ، ويجرى الأمر على النمط التالى : حيث توجد علامتان تعرفان باسم العقدتين العصبيتين : (ج-٢، ج-د-٢) ، على سطح خلايا السرطان، بما فى ذلك خلايا «الورم القتامى»، فيعمل (ج م -٢) كمولد للجسم المضاد ، ويمكنه أن يستثير إنتاج الأجسام المضادة للعقدة العصبية (ج م - م -٢)، التى غالبا ما تعلم كما لو كنت تحصن شخصا ضد خلاياه السرطانية. وكان البحث يقترح من قبل أنه يمكن مساعدة مرضى الحالات المتأخرة من الورم القتامى بهذا العلاج . وتستعمل المركبات المستخرجة من دم حيوان البطليينوس لتفعيل هذا العلاج الناتج . ولا يبدو أن هذه «اللقاحات» تحدث أى تأثيرات جانبية ، ولذلك، فمعدلات النجاح باستعمالها واعدة .

يوجد الجين «غير الصحيح» في الطبيعة، بالرغم من أننا نجهل المدى المحتمل لانتشاره، ولكنه يوجد بصورة طبيعية في الادميين والفئران ، حيث يسبب انسداد عامل النمو، وهو جين ينتج شفرة لتخليق «مستقبل عامل النمو (١-ع ن - ٢)» الذي يورث من الأب فقط (وليس من الأم). وقد اكتشف عقار لعلاج الجينات «غير الصحيحة» يسمى «ج ب ي - ٢ أ»، وهو لا يزال تحت الاختبار في كندا كعلاج لمرض نقص المناعة المكتسب «الإيدز»، حيث يثبط تضاعف الفيروس، وقد يوقف عملية نسخه . ويمكن أن تنتشر تطبيقات استخدام العلاج بالجينات «غير الصحيحة» في الطب، بما في ذلك مرض «الزهايمر» ، والسرطان، واعتلال القلب ، وطائفة من الأمراض الالتهابية، مثل التهاب المفاصل. ولكن لن يكون هذا سهلا كما يبدو، إذ أجريت بعض المحاولات الأولى كتجارب على القروء. ويبدو أن فاعلية العقار نجحت كما كان متوقعا - ولكن قاست كل الحيوانات من نوبات قلبية، لم يكن يتوقعها أحد ، مما يذكرنا بأن الأفكار التي تبدو جيدة على الورق ، نادرا ما تترجم بهذه السهولة إلى ممارسات طبية .

وسوف تكون التقنيات الحديثة عوناً له شأنه في البحث، مع وجود مثل هذه الإمكانيات مستقبلاً، حيث يمكنك الآن شراء أجهزة تبني (دنا) تجريبى يمكن التحكم فيه ، وتدخل أزواج القواعد فيه بالضغط على الأزرار ، وتؤكد دخولها الذى يظهر على شاشة رقمية، ويمكن للجهاز أن ينتج خيطاً من (دنا) بالتتابع الذى تختاره بالضبط. والأمل معقود على أن تبتكر جينات صحية يمكنها أن تحل محل الجينات المسببة للأمراض. وعلى أية حال ، (حيث ثبت نشوء مشاكل غير متوقعة من ظهور (رنا - الرسول) - «غير الصحيح» ، فنحتاج إلى معرفة الكثير عن العملية التى تقوم بها هذه المواد قبل أن نبدأ فى إدخال الجينات المخلقة فى الخلايا.

كان ابتكار كروموزومات جديدة تستطيع حمل العلاجات مباشرة إلى داخل الخلايا، هو أحد الآمال البعيدة المنال، فصنعت أول كروموزومات صناعية من خلايا الخميرة فى عام ١٩٨٧، والآن صنع أول كروموزوم ذاتى التركيب للخلايا الادمية بواسطة جماعة هنتيجتون ف . ويلارد بجامعة كيس ويسترن ريزيرف بمدرسة الطب التابعة لجامعة كيس بغربى ريزيرف، كليفلاند، ولاية أوهايو. وضعت هذه الجماعة ثلاثة شرائح من (دنا) معا ، بعضها من (دنا) الطبيعى ، وبعضها من «التيلوميرات» وبعضها من (دنا) الألفا المرافق الذى يعتقد أنه هام لعمل تلك «السنتروميترات»

الغامضة ، وكانت النتيجة أن رتبت تلك المكونات نفسها فى كروموزوم جديد ، بعدما حقن فى خلايا مزرعة أنسجة ، وترك لينقسم انقسامات متعاقبة لمدة ستة أشهر .

وإذن فتوفر دراسة هذه الكروموزومات الصناعية فرصة فريدة للتعرف على تفاصيل الكيفية التى تعمل بها الجينات، ويشكل هذا النموذج واحدا من أكثر التقنيات الواعدة للحصول على معلومات لا يداخلها الشك عن تنظيم الجينات. ومن غير المحتمل أن تستخدم هذه التقنيات فى علاج الجينات فى القريب العاجل، إذ أن حجم الجينات أكبر بكثير من أن ينقل بواسطة الفيروسات، فى حين أننا لا نملك أى وسائل أخرى لإدخال تلك الجينات فى الخلايا .

أظهرت نتائج العديد من التجارب أن الجينات الأدمية يمكنها الحياة داخل الفئران التجريبية، ولكن هذه التجارب لم تنجح فى نقل أكثر من ٢٠٠ جين فى المرة الواحدة. وفى عام ١٩٩٧ أدخلت كروموزومات أدمية كاملة فى خلايا الفئران التى تحتوى على ٤٠ كروموزوم، واستمرت هذه الحيوانات فى الحياة كأن شيئا لم يحدث، وقد قام بهذا العمل فريق العمل تحت رئاسة كازوما توميكوزا الذين يعملون فى معمل كيرين لتقنيات الجعة فى يوكوهاما باليابان، فقد أظهرت نتائج أبحاثهم، فضلا عن أن الكروموزومات الأدمية استطاعت إضافة نفسها إلى كروموزومات الفئران، فقد تمكنت الفئران من النمو والاستمرار فى ممارسة حياتها بدون تأثيرات معاكسة، وكان على كل من هذه الكروموزومات ١٠٠٠ جين بما يعادل ٢٠ مرة لما تم نقله من قبل، ويبدو أن خلايا الفئران تتجاهل الكروموزومات المنقولة من الأدميين، ولكنها أظهرت الاستجابة الصحيحة للمؤثرات، فقد حولت الجينات التى يفترض فيها أن تكون نشطة فى مناطق محددة من الجسم الإنسانى نفسها، إلى نشيطة أو خامدة على طول جينات الفئران، ويتضح من ذلك أن الكروموزومات يمكنها أن تعمل فى أجناس مختلفة، وقد يمكن شفاء عديد من الأمراض (مثل مرض الكوازاكى) بواسطة الأجسام المضادة، وتنتج هذه الأجسام حاليا بواسطة معمل الفئران بشركة أمريكية فى مدينة فوستر ، بولاية كاليفورنيا .

ويشكل التحقق من أن وجود الجينات فى الكروموزومات يعتبر فى غاية الأهمية لكى نفهم الكائنات عديدة الخلايا، ولكن هذا ليس كل القصة، فهناك جينات داخل الخلايا تقع خارج النواة ولا تشارك فى الانقسام الاختزالى، وتنتشر أجسام تشبه

«السجق» فى السيتوبلازم، تعرف باسم «الميتوكوندريا» التى تنطلق منها الطاقة فى الخلية، فهى - كما سبق ذكره - مصدر «قوة الخلية». وقد استمرت فكرة أن الميتوكوندريا بدأت كخلايا بكتيرية مستقلة واتخذت من الخلايا مقرا لها، مع تقدم النمو، كما كان معتقدا لفترة طويلة أن النباتات الخضراء اكتسبت الكلوروفيل الذى تحتوى عليه البلاستيدات فى صورة طحالب تعيش مستقلة، فإذا كانت هذه الحال فإنك قد تتوقع أن أسلاف هذه الكائنات قد تحتاج لمركب (دنا) الخاص بها، ولن يثير الدهشة أن نجد مركب (دنا) فى الميتوكوندريا والبلاستيدات .

وإذا نظرت إلى نبات وحيد الخلية مثل طحلب الكلاميدوموناس، (الذى يحتوى على بلاستيدة وحيدة الخلية)، فسوف تجد ٥٠٠-١٥٠٠ جزيء (دنا)، تشكل ١٥٪ من محتوى (دنا). وتحتوى خلايا ورقة خضار البنجر ٢٥-٤٥ بلاستيدة للخلية وحوالى ١٠٠ كروموزوم دقيق داخل كل بلاستيدة، تشكل فى جملتها ١٠٠٠-٦٠٠٠ جزيء (دنا) داخل بلاستيدات كل خلية، كما تحتوى خلايا الخميرة حوالى ٣٠ ميتوكوندريا بكل منها ٥٠٠٠ جين، بينما يمكن أن تحتوى الخلية الأدمية على ١٠٠٠ ميتوكوندريا. تحتوى كل خلية نشطة على (دنا) مستمد من الأم، وهذه الجينات لا تتبع قوانين الوراثة، فهى لا تصطف لتشارك فى انقسامات الخلية، وفى الحقيقة لا يبقى عدد الكروموزومات فى البلاستيدة (أو فى الميتوكوندريا) ثابتا، فيحتوى سيتوبلازم البويضة على أعداد كبيرة من الميتوكوندريا، وبذلك تصبح الكمية الكلية فى البويضة المخصبة أكبر دائما من كميته التى تشارك بها الكروموزومات من الأبوين مجتمعين، ويأتى مركب (دنا) الحر من الأم، وقد تبنى مندل أحد معتقدات النظرية الداروينية وقوانين الوراثة، وهو أن الصفات القابلة للتوريث يجب أن تنتقل بدون أى مساهمة من الوالدين، وقد شكلت هذه النتيجة الإجابة على الأفكار التى افترضها لامارك، الذى ظن أن حيوانات الزراف اكتسبت رقبتها الطويلة نتيجة لمطها وانتقلت هذه السمة إلى صغارها. وتقضى فكرة «البقاء للأصلح»، بأن الرقبة الطويلة قد تطورت إلى شكلها الحالى عبر الأجيال نتيجة موت الحيوانات ذات الرقاب الأقصر، وبذلك عاشت الحيوانات التى تستطيع الوصول إلى مستوى أعلى لفترة أطول، وأنتجت أنسالا أكثر. ويفتح مرور مركب (دنا) فى سيتوبلازم البويضة طائفة من الاحتمالات المختلفة التى يمكن بالتأكيد أن تتضمن انتقال بعض الصفات المكتسبة خلال فترة الحياة إلى الجيل التالى. وبعض الظروف القابلة للتوريث (مثل سوء التغذية العضلى) ترتبط بمركب (دنا) السيتوبلازمى والمركبات الأخرى المحتمل اكتشافها .

ويشكل فهم الوراثة الإنسانية موضوع البحث الذي سيكشف بالضبط عن حجم مشكلتنا في هذا الفهم وهو موضوع بحث مشروع «التركيب الوراثي الإنساني» (الجينوم الإنساني)، الذي بدأ التخطيط له في عام ١٩٨٦ وبدأ تنفيذ برنامج، كمجهود مشترك لتعريف كل الجينات المقدرة بعدد ٨٠٠٠٠ جين في (دنا) الآدمي. وسيكون على العلماء أن يعملوا على تحديد تتابع ٣ بليون قاعدة نيروجينية في مركب (دنا) الآدمي، كما أن عليهم التوصل إلى مذكرة تحدد الإطار الأخلاقي لمثل هذا البحث الوراثي. وبما أن جينات (دنا) تأتي من عدة مصادر، فلن يمثل تتابع وحداته شخصا بذاته. وتعتبر أكثر خرائط الجينومات (ترتيب الجينات) الآدمية اكتمالا، تلك التي صدرت في عام ١٩٩٧، وفيها تم عرض حوالي ٨٠٠٠ علامة مميزة للجينات (ضعف ما سبق عرضه)، متضمنة بعض أجزاء من كروموزومات معروفة تفاصيلها الدقيقة، ولذلك، فإن أقل من ١٠٪ من عدد الجينات هي التي تم تقدير تتابعها، حيث تركز البحث أساسا على تطوير طرق سريعة يعتمد عليها لتحديد تتابع الجينات على الكروموزوم في الخرائط الجينومية أكثر من التركيز على عمل خريطة الجينوم نفسها، ولكن الآن تتقدم عملية إنتاج الخريطة بسرعة. ويسهم علماء من حوالي ٥٠ دولة في هذا المشروع، بما في ذلك استراليا والبرازيل وكندا والصين والدانمارك، والاتحاد الأوروبي وفرنسا وألمانيا وإسرائيل وإيطاليا واليابان وكوريا والمكسيك، وهولندا وروسيا والسويد والمملكة المتحدة والولايات المتحدة الأمريكية .

وتمثل إمادة اللثام عن حقيقة الجينات الآدمية مشروعا يمكن بوضوح أن يفتح أعيننا على طرق جديدة لمعالجة الأمراض المأساوية، ولكنه يجلب معها مشاكل لم نواجهها من قبل . وتتمثل إحدى هذه المشاكل في المسؤولية التي تملئها علينا معرفتنا الجديدة، وبمجرد أن نعرف جيناتنا يمكننا بطرق بسيطة - مثل استخدام مجموعة اختبار الحمل المستخدمة الآن - أن يمكن اختبار جينات متخصصة. وبطبيعة الحال، تؤسس شركات التأمين حساباتها على المخاطر التي يمكن إثباتها (أو تخمينها بصورة جيدة، إذا كانت هناك سوابق يمكن بناء الحسابات عليها). وإذا كان نصيبك هو أن تؤوي جينات تسبب ظرفا يمكن أن يقصر من حياتك، أو يتلف صحتك، فحينئذ، يمكنك أن تحظى بفرصة أن تقتبسك هذه الشركات كشئ نفيس، في حين لا يحظى بهذه الفرصة شخص يخلو من هذا التعويق. وإذا كانت المطالبة بأن يخضع الناس للاختبار تمثل قيда على الحرية، فلا يمكن لأحد أن يمنع شركة من تقديم خصم للناس نوى سجل الاختبارات الخالي من الأمراض .

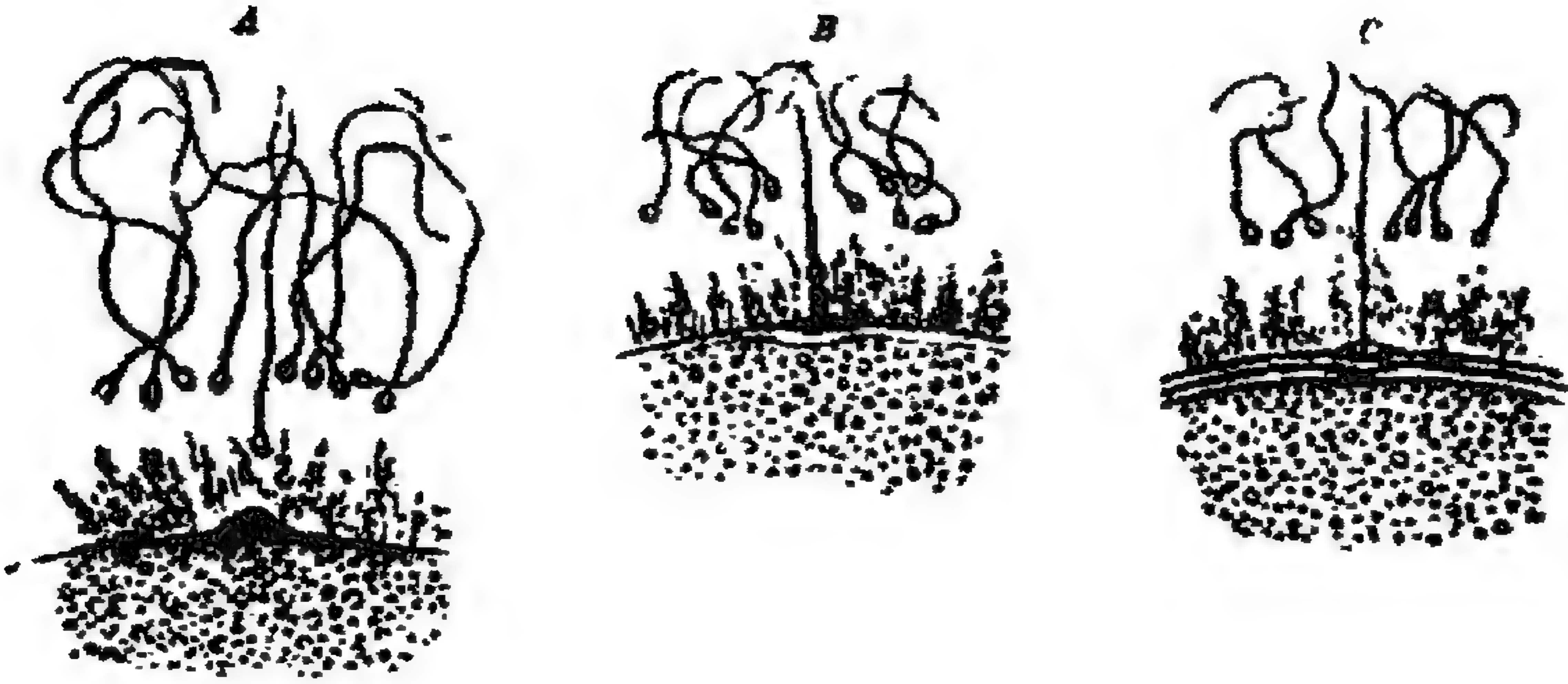
وقد سبقت إرهابيات لهذا الاتجاه، فمنذ منتصف الثمانينات من القرن العشرين، تستفسر شركات التأمين على الحياة عما إذا كان المتقدم للتأمين قد سبق له إجراء اختبار لإصابته بمرض فقد المناعة المكتسب (الإيدز)، ودائما يصدمنى هذا السؤال: فلم يكونوا يسألون عما إذا كنت موجبا لهذا الفيروس، ولكن عما إذا كنت قد أجريت هذا الاختبار. وقد تم تنبيه بعض من المهملين فى عادات الاتصال الجنسي بوضوح إلى هذا الخطر - من الذين كانوا يتعرضون للمخاطرة بالإصابة بهذا الفيروس، وخاصة الذين لم يفكروا فى الخضوع لهذا الاختبار. ورغم المخاطر المحتملة فى عاقبة أن يفشل أحد كبار المسؤولين فى اختبار الفيروس الذى يرغب فى إجرائه كاحتياط حكيم يجريه عند التأمين على حياته ، تثار أسئلة مشابهة عن الاختبارات الجينية، لا تزال بغير إجابة عن اقتراحات التأمين .

وقد أظهرت دراسة حديثة أجريت على أكبر ٥٠٠ شركة أمريكية للتأمين أن ٣٪ فقط منها كانت مهتمة بفكرة المسح الجينى للموظفين الجدد، وتعكس هذه الدراسة وجهة النظر الحالية فقط؛ ولكن ينتظر فى المستقبل أن يزيد تركيز الاهتمام على هذه المسائل، حيث نواجه بحالات معقدة، منها أن رئيس العمل لا يستطيع - طبقا للقانون البريطانى - أن يفصل موظفا معوقا بسبب خلل فى جيناته، وكذلك لا يمكن فصله على أساس عدم قدرته. ومع ذلك، فقد تم استبعاد متقدم لوظيفة بسبب اختبار جينى أفادت نتيجته أن المتقدم للوظيفة قابل للإصابة بمرض، ولذلك، فيجب إجلاء هذه الأمور. وفى عالم اليوم، يمكنك أن تمنع من التوظيف بحكم القانون على أساس حالة لم تبدأ بعد فى معاناتها - ولكن لا يمكن فصلك من هذه الوظيفة إذا كنت مصابا بها من قبل، وهذه مسألة تحتاج منا إلى التعامل معها بصورة عاجلة، لأنها يمكن أن تفرض عبئا مروعا على الناس الذين كانوا من قبل يواجهون مشاكل صحية يجدها أغلبنا لا تحتتمل .

يقلقنا بالرغم من ذلك الانتشار الواسع لفكرة استحداث أنواع جديدة من الكائنات، وبعد كل هذا، فإذا كنا سنعمل على زراعة جينات آدمية فى كائنات أخرى، فهل يمكن ألا نتمكن من عمل نوع صناعى كامل جديد؟ وليس هذا بجديد، فقد كنا نعمل هذا منذ آلاف السنين، وكثير من الأنواع تشكل بعضا من أكثر صور الحياة المألوفة لنا، فليس هناك جديد فى استحداث حيوانات ونباتات جديدة، ولا ينبغي أن يقلق أحد قلقا زائدا بسبب صورة ما سيحدث، فالخراف والماعز والخيول والماشية والكلاب والقطط كلها حيوانات ابتدعتها عبقرية الإنسان، وتم إبعادها كثيرا عن الحالة

البرية التي يوجد أقاربها عليها. فالكلب هو نوع جديد استحدثته أسلافنا الذين عاشوا فيما قبل التاريخ، ولا أحد يعرف بالضبط كيف قاموا بذلك.

وبالمثل ، يمكن القول بأن النباتات التي نستخدمها لكي نعيش، فالقمح والشعير والشوفان والجاودار كلها أنواع ابتدعها الإنسان، فبعضها مثل الذرة والموز لا يمكنها حتى أن تعيش بدون مساندة آدمية. وهناك بعض سلالات الكلاب والحمائم والأسماك الذهبية قد شوهت بصورة شاذة، حيث تم تنفيذ تلك التجديدات الوراثية بواسطة التهجين، ويمكننا الآن أن نعرف الجينات وننقلها من كائن لآخر بناء على أسس علمية. ويبدو من المدهش أن نتائج اليوم عن الهندسة الوراثية كانت غير مؤثرة بالمقارنة إلى النتائج الماضية، فنتائج اليوم تتضمن زهرة بيتونيا حمراء وسلالة أرز عالية الإنتاجية. ويفيد كل تاريخ الإنسان المعلوماتي أن الإنسان لم ينجز عملا مميزا مثلما أنجز من تجارب فيما قبل التاريخ، تم فيها استحداث أنواع جديدة من الكائنات ثم تطويرها لكي تكون متقنة حسب الصورة المرغوبة .



شكل (٢٥)

لحظة الإخصاب عندما تتكون حياة جديدة

بينما تتجمع الحيوانات المنوية حول البويضة، يخترقها حيوان واحد، ويفقد ذيله أثناء دخوله فيها، أجريت هذه الدراسات المشهورة في عام ١٨٧٧، حيث توضح اللحظة التي يتم فيها استقبال حيوان منوي لسمة النجمة بواسطة البويضة. وأحيانا تقوم التقنيات الحديثة بزراعة رأس حيوان منوي آدمي في بويضة، مما يحدد نوع السلالة بين كل الملايين من الحيوانات المنوية، ونحن نحتاج إلى إثبات إنه لا توجد تأثيرات ضارة على الطفل الناتج .

ترجع السهولة المدهشة التي يمكننا بها أن نتعامل مع الخلايا الحية وننميتها في العمل إلى عصور أقدم مما تتصور، ورغم أن نقل الأجنة بين أم وأخرى يبدو تقنية حديثة، إلا أنها تمت بنجاح منذ أكثر من قرن مضى، على يد الأستاذ والتر هيب، رجل الأعمال الذي درس علم الأجنة في منتصف سنوات عمره وأصبح من كبار العلماء في هذا المجال، حيث كانت له سيرة ناجحة في شمال أفريقيا، وأستراليا ونيوزيلندا فيما يختص بالأرز والسكر وعمليات الطحن، والمنسوجات، وبحلول عام ١٨٧٨ ضعفت صحته، واعتزل عالم الأعمال ليدرس علم الأنسجة والنبات، وبعد ذلك حصل على وظيفة محاضر في علم «شكل النبات» في عام ١٨٨٢ بجامعة كامبريدج وأسهم في الكتاب الدراسي من تأليف «فoster وبالفور» المسمى «عناصر علم الأجنة»، وذهب - بعد فترة قضائها في اتحاد الأحياء البحرية ببليموث ليكتشف جبال الهيمالايا، حيث مرض مرضا خطيرا «بالروماتزم الحاد» المصحوب بالحمى، وقد درس القردة، مركزا اهتماما خاصا على فترة طمثها، ومنها انتقل إلى دراسة الطمث في النساء الذي نشأ عنه اهتمامه بالإخصاب. وفي ٢٧ أبريل ١٨٩٠ أخذ جنينا حديثا من رحم أرنب من صنف «أنجوراه - دو»، حيث انقسمت كل خلية إلى ٤ خلايا، وأمكنه أن يرى هذا تحت المجهر بوضوح، وفي نفس الوقت زوج أنثى أرنب بلجيكي وحشى (مشقوق الشفه) بذكر من سلالتها، وأدخل جنينين صغيرين في الرحم المعد للاستقبال، وكانت النتائج التي تحصل عليها نظرا لمهارته: التقنية التي اتخذها في تنفيذ تجربته، فقد أنجبت أنثى الأرنب البلجيكي ستة صغار، أربعة منها كانت بوضوح من نفس سلالتها وسلالة الذكر الذي زوجت له، حيث كتب «هيب» أنه في حين نتج اثنان من صغار الأرنب البلجيكية من نفس السلالة «الأنجوراه»، لم يكن الشعر فقط، بل كانت الصفات السلوكية المميزة واضحة أيضا، فقد ظهرت عليها عادة تمايل الرأس من جانب لآخر، وقد لوحظ هذا أيضا على صغار الأرنب البلجيكية، حيث اعتبر هذا تأكيدا نهائيا بأن نقل هذا الجنين كان ناجحا. وقد قدم بحثه هذا إلى الجمعية الملكية في نوفمبر ١٨٩٠، ولم يكن حتى قد أرسل للمحكمين لفحصه أولا. وبحلول عام ١٩٠٦، نشر «هيب» كتابا بعنوان «صناعة التربية» وفيه قدم نقدا للتدخل الحكومي في العلم والذي يجرى في الوقت الحاضر، حيث نبه إلى خطورته كاتبا «من الواضح أن في الوقت الحاضر تسد إدارة حكومية ببلاهة الطريق - المعرف بوضوح - إلى النجاح». كما كتب «إذا كان مثل هذا العائق سيزال، فإنه من الواضح أنه ينبغي إعادة تنظيم مجلس الزراعة والأسماك على أساس علمي عريض». وقد أجرى

«هيب» تجاربه بمساعدة «صامويل باكلي»، الجراح المعروف بمانشستر، وتقدم للحصول على منحة الجمعية الملكية على عنوانها في «بريستفتش بمانشستر، وكان هذا انعطافا حادا من القدر، حيث ساق إلى أول نقل للأجنة الإنسانية في تاريخ العالم، تم إنجازه في نفس المنطقة. وبعد مرور سبعين عاما، قام العالمان البيولوجيان «روبرت إيواردز» من كامبريدج مع «باتريك ستيتو» الجراح البارز من أولدهام بلانكاشير بمواصلة العمل في هذا المجال، بحيث تمت تنقية تقنيتهما - بعض الشيء - على مدى حقبة من البحث، مؤدية إلى ميلاد «لويس براون» أول طفلة أنابيب .

وقد تعجب لماذا لا يكون الجنين المزروع موضوعا لدراسة الاستجابة المناعية الشاملة، ولكن هذا الجدل ينطبق تماما على حمل طبيعي. فإذا كنت يا سيدتي القارئة حاملا، فإنك تؤوين فردا يتميز بصفات وراثية مختلفة تماما عن صفاتك، وإذا كانت أنسجة طفلك ستزرع فيك، فبمجرد أن يولد الطفل، سيتفاعل جسمك بعنف ضد تلك الأنسجة، متعرفا عليها كأنسجة غريبة تماما، وخلال فترة الحمل، على كل حال، فقد تم تحمل هذا المحتل الأجنبي، بدون إحداث أى استجابة مناعية، حيث لا يستجيب جسم الأم للجنين الذي في الرحم، والذي كان موضوع نجاح تجارب «هيب». ومنذ ذلك الوقت فقد أرينا كيف تخصب البويضات ثم تزرع في الرحم ووجدنا أيضا الكيفية التي تزرع بها الخلايا في زجاجات وقوارير .

تم إحراز أول نجاح كبير لزراعة خلايا آدمية باستخدام شرائح من نسيج مأخوذ من ورم في جسم سيدة أمريكية سوداء تدعى «هنرييتا لاكس» في عام ١٩٥٧، واستغرقت الخلايا وقتا طويلا في النمو الصناعي، وقد قررنا المضي في إجراء هذا العمل حتى نصل إلى مداه، حيث جرت أقلمة الخلايا على بيئة صناعية تعرف الآن باسم خلايا «هيلا» للاختصار، وتوجد أطنان منها في البيئة حول العالم، وقد توفيت السيدة «لاكس» نفسها فجأة بسبب التقدم في العمر، ولكن بقيت خلاياها حية .

اجتذب أحد التطبيقات الحديثة لتلك التقنية عناوين الصفحات الأولى لوسائل الإعلام، وهو حمل السيدة «ديانا بلود» التي تم إخصابها بمنى زوجها بعد ثلاث سنوات من وفاته إثر إصابته بالالتهاب السحائي، فقد كان في الغيبوبة حينما طلبت زوجته حفظ حيواناته المنوية (ولم تكن في وضع يسمح لها بإعطاء الإقرار مكتوبا كما ينص القانون البريطاني)، فكان عليها أن تقدم طلبا بالتصريح باستخراج عينات من المنى

كى يمكنها إجراء تلقيح صناعى لها بهذه الحيوانات فى بلجيكا. ونحتاج إلى درس التأثيرات العاطفية النفسية لمعرفة الظروف التى أدت إلى ذلك المفهوم غير العادى .

كانت أسبق الطرق ظهورا هى المسماة «التلقيح الصناعى بواسطة المانح» ،
والتي يمكن اختصار اسمها إلى الحروف (ت ص م)، حيث أتاح للرجال المصابين بالعقم فرصة لكى يروا زوجاتهم حوامل بواسطة حيوانات منوية لرجال آخرين، وأمكن لهذه الزوجات أن يلدن ولادة طبيعية، بيد أن السيدات نوات الظروف الطبية التى حرمتهم من الخصوبة الطبيعية يمكنهن الحصول على بويضة ممنوحة من سيدة أخرى، يتم إخصابها بواسطة زوج السيدة التى حرمت من الخصوبة، وزراعتها فى مبيضها لتنمو وتتطور بصورة طبيعية. وقد استحدثت تقنية جديدة تأخذ رأس حيوان منوى واحد من نسيج الخصية ليتم حقنه فى البويضة، وتبدو هذه الطريقة مثيرة ومن الواضح أنه يوجد عديد من الناس رحبوا بنجاح هذه التقنية، بالرغم من أننا نفكر بعناية فى هذه التقنيات قبل أن نقدمها للاستخدام العادى (الروتينى) فى المستشفيات .

يحاول حيوان منوى واحد - فى التكاثر التقليدى - أن يخترق البويضة، ويعد هذا الحيوان واحدا من ملايين الحيوانات المنوية التى تكافح لشق طريقها إلى هدفها، فهناك فرص كثيرة هنا لأكثر الحيوانات لياقة فى النجاح، ويبدو من الواضح أن هناك طريقة للانتخاب. فإذا أخذنا نواة حيوان منوى من الخصية مباشرة وقمنا بحقنه على الفور فى البويضة فتتغلب هذه الطريقة على أى طريقة للانتخاب بتطويق البويضة، فهل تعقب هذه الطريقة تأثيرات ضارة على الجنين؟ ربما كذلك، فقد أعلنت نتيجة البحث الاسترالى من قبل أن نتائج اختبارات مثل هذه لأطفال فى عمر سنة، تقترح أن هؤلاء الأطفال قد يكونون أقل معنويا فى متوسط قدراتهم العقلية من قرنائهم الذين تضعهم أمهاتهم بالطريقة التقليدية، مما يقدم دليلا واضحا على أهمية الانتخاب. ويشكل تطويق الحيوانات المنوية للبويضة أحد وسائل الطبيعة التى قد تأتى بمشاكل غير متوقعة فى الأثر الذى تخلفه، ولذلك، يحتاج العلماء إلى أن ينقنوا أنفسهم ويحترسوا قبل تقديم إجراءات طرق جديدة للاستخدام اليومى .

وكما ذكر من قبل، فإن الإنتاج الأول لطفل من إخصاب الأنابيب، كانت «لويس براون» المولودة فى إنجلترا عام ١٩٧٨، وبعدها كانت النعجة «لولى» مرشحة أحدث للدعاية العالمية، حيث نبعت الفكرة الجديدة للاستنساخ، فهل هذه الفكرة حديثة حقا؟

إذ أن الاستنساخ يستخدم منذ زمن طويل لإنتاج محاصيل نباتية، وكل التوائم الأدمية المتطابقة هي نواتج مستنسخة ، وكما رأينا، فإن الجينات التي في خلايا الجسم هي نسخ من بعضها، حتى لو أن بعضا منها يعبر عن نفسه في أوقات مختلفة بخلايا مختلفة (أو حتى لو لم تكن قد عبرت عن نفسها مطلقا). وقد يمكنك أن تكون قادرا على إزالة النواة من الزيجوت ، وتغيرها إلى نواة حيوان آخر ثم تجعل الزيجوت يتطور في هيئته الجديدة .

كان أول حيوان ثديي تم استنساخه صناعيا هي النعجة «دوللي»، التي أنتجت في معهد «روزالين» باسكتلندا خلال ١٩٩٧، حيث أخذت النواة من نواة بنسيج الغدة اللبنية للشاة المانحة، وقد جلبت صورة الضرع اسم المغنى الإنجليزى الموهوب «دوللي باترون» إلى أذهان الباحثين، وهذا هو السبب فى أن «دوللي» أصبح الاسم المشهور للنعجة الصغيرة الناتجة. وقد صدرت التقارير الأولى عام ١٩٩٨ عن الفئران المستنسخة، فى هذه المرة من أمريكا. كان الاستنساخ يحدث فى الأدميين منذ زمن طويل، ولكن فى العادة تنتج خلايانا المستنسخة باستمرار، وبدون الحاجة إلى تدخل عالم، فنسمي النتيجة بالتوائم (الاثنين أو الثلاثة، أو أى عدد آخر). تنتج التوائم إذا ما انقسمت الخليتان اللتان تكونان الزيجوت أولا، وتبتعدان عن بعضهما وتبدآن فى التطور إلى جنينين مستقلين، فهذه الخلايا تعتبر مستنسخة، ولا يوجد سر فى ذلك، فهذه الحالة معروفة منذ أجيال، ويمكنك أن تجرى نفس الخطوات صناعيا مع الضفادع. وفى نفس الوقت تمارس حشرات المن تكاثرها المتعاضم من خلال الاستنساخ أكثر منه من خلال الاتصال الجنسى .

إذا كنا بصدد أن نفصل الخلايا الناتجة عن جنين آدمى حديث نام فى معمل تخصصى، فأجروا على القول بأنك تستطيع إنتاج عديد من الأدميين المتطابقين، وكان ذلك ممكنا من الناحية النظرية، لعدة سنين، باستخدام التقنيات المتبعة فى تنمية النباتات، مثل الأناناس، والأراكيد، التى يمكن إنتاجها صناعيا بفصل الخلايا الناتجة عن جسم نبات منفرد وإنتاج نسل مطابق لهذه الخلايا. وبغض النظر عن قيمته فى الزراعة التجارية، فإن لهذه التقنية قيمة خاصة فى إنتاج أعداد كبيرة من نباتات جديدة ناتجة عن نوع يمكن أن يكون بقاءه مهددا، ما لم يتم ذلك الإنتاج .

تعتبر فكرة إنتاج أفراد آدميين متطابقين قديمة، فقد صدرت أقدم الروايات القصصية حول هذا الموضوع بعنوان «عالم الصفر - أ» من تأليف أ. ي . فوجت فى

عام ١٩٤٥، كما طبع للمرة الثانية فى عام ١٩٦٨ أول كتاب بعنوان «المستنسخات» من تأليف «ب. ت. أوليمى». وصدرت القصة الأكثر شهرة «الصبية من البرازيل» فى عام ١٩٧٦ من تأليف «إيرا ليفين» التى تحكى عن عالم تواق للانتقام أنتج أعدادا كثيرة من شخصية الزعيم النازى «هتلر»، فليس سهلا إنتاج حشد من الطغاة المملوئين غلا، فلم تصنع الجينات فقط شخصية «هتلر» على ما كانت، ولكن مجموعة لا يمكن تكرارها من سلاسل من المدخلات التجريبية التى شحذت شخصيته، كما شحذت فيها خاصية الالتجاء إلى استخدام حد الموسيقى.

حتى التوائم المتطابقة تكون بعيدة عن التطابق، وإن بدت متشابهة بدرجة كبيرة، ولكن تتباين تفاصيل ممرات شبكة الأوعية الدموية تبائنا كبيرا بينها. ويمكنك أن ترى تحت المجهر أن الطريقة التى تتصل بها خلايا الأعصاب تختلف كثيرا من فرد لآخر، فهى توجد فى نظم معقدة تشبه تلك التى تصقل بها الشخصية. وعلى أى حال، فإنك لا تستنسخ أطفالا، وكل ما تفعله هو استنساخ فرد يكبر ليصبح بالغاً غاضبا، ذا موقف عدوانى وعصا غليظة. فنحن نزرع من قبل أجنة من أصول وراثية غريبة فى نساء عقيمات، وهذا يشكل سببا كبيرا لمشاكل سوف تنشأ فى المستقبل، فحين تختار شريكا، تفعل ذلك بسبب جاذبية شخصية - ولكن مع جاميطات المانح الغريب، قد تنتهى حامله شخصا، يكون بالغريزة غريبا عنك. وقد تؤدى بنا المشاكل التى تواجهنا من التخصيب بالأنابيب من خلايا المانحين، إلى تعقيدات تفوق تلك الناشئة عن الاستنساخ، بحيث تبدو المشاكل الناجمة عن الأخيرة متواضعة بالنسبة لها، ولا يقتصر الأمر على هذا، ولكن لا يمكن الاعتماد كلية على الاستنساخ، فنجاح مولد النعجة «دوللى» قد سبقته ٢٣٧ محاولة لإنجاح التجربة.

بمجرد أن أعلنت نتائج تلك التجربة أعلن الفيزيائى «ريتشارد سيد» البالغ من العمر ٦٩ عاما من شيكاغو، بأنه كان يخطط لتأسيس الشركة العالمية الأولى لاستنساخ الادميين، وسوف يسميها «عيادة استنساخ الادميين»، ويعرف أن الناس الذين أصابهم اليأس سوف يرغبون فى أن يجربوا هذه العملية. فى رأى، فقد تكون هناك حالات حيث يطالب الناس بالاستنساخ، مثلا حين يفقدون طفلا، ويبتلى أحد الأبوين بالعقم، فالناس من أمثال الدكتور «سيد» سيبدأون فى لعب دور المنقذ من هذه المشكلة الخطيرة، ويحاولون تعويض السبب المفقود، فإذا صح هذا بالنسبة للأقلية اليائسة، فليست هذه حالة الأغلبية. فقد دلت نتائج استفتاء قامت به شركة (ABC)

للتلفزة فى الولايات المتحدة، بعد إعلان هذه الفكرة لأول مرة، على استجابة أكثر من ١٦٠٠٠ من المشاهدين للاستفتاء، عارض ثلاثة أرباعهم استنساخ الأدميين، ولكن الرأى العام لا يكون بالضرورة الحكم الصحيح، (بالطبع عارض الكثيرون الكهرباء والتخدير عندما كانا جديدين). وقد أصبح استنساخ الأدميين ممكناً الآن، وإذا كان علينا أن نتبع تقنية جديدة يمكنها أن تخفف من المعاناة الإنسانية، فقد يكون من الصعب أن نحظرها ببساطة فى حالات الاحتياج اليأس إليها، مثل فقد طفل أو علاج طبى لأحد الزوجين حرم أحدهما من القدرة على الإنجاب، فيمكن أن يكون الاستنساخ هو الطريق الوحيد لإعادة الحياة إلى تمتعهما بالطفولة. ويعد إجلاء مثل هذه التقنيات انحناء من القدر، إذ أن المقترح الرئيسى لفكرة استنساخ «ديك سيد» يخلف الانطباع بأن هذه الفكرة «علاج مجرب جيداً» للعقم، ويقول عنها «هذا سوف يجعل الناس أقرب إلى الله». وأنا لا أعلم شيئاً عن هذا، ولكن تنفيذه قد يقرب الدكتور «سيد» من أن يصبح «واعظاً» جديداً.

ومما يسبب الاضطراب للناس بشأن أفكار مثل الهندسة الوراثية والاستنساخ، هو حداثتها أكثر من أى شىء موروث فى طبيعة هذه العمليات، فنباتات الحديقة، ومحاصيل المزرعة، والحيوانات الأليفة، هى مستحدثات أغرب من أى شىء حصل عليه المتخصصون فى علم الوراثة، وإذا كان هؤلاء المتخصصون قد أنتجوا بطة بكينية أو قنبيطة، فتكون البيئات فى متناولنا. فقد تعود الناس على القيام بحملات بورية ضد الاستنساخ والهندسة الوراثية، كما لو كانت ستهزم إنسانيتنا الأصلية، وكان ينبغى علينا بدلاً من ذلك أن نهجم التسرع فى سوء استخدام أى من هذه التقنيات، وبدلاً من الحملات ضد العمليات نفسها غير المجدية، تحتاج العمليات الموجودة إلى التأكيد بأنها تستخدم لصالح نفعنا الكلى، وليس لنفع تجارى قصير المدى. وقد لاحظ صديق، قرأ تلك الكلمات أثناء تحرير هذا الكتاب، أنه بينما كان يحضر مؤتمراً عن الكائنات المحورة وراثياً (ك م و) التى كان أحد المتحدثين يتكلم عن إطلاق نباتات ذات جينات منقولة فى البيئة. وحين سئل عما يمكن عمله فيما إذا حدث خطأ، أجاب المتحدث بوضوح «لا مشكلة، سنجمعها ثانية فقط»، ومثل هذا الرد خطير، حيث إن النباتات قد يسهل استعادتها لحالتها الطبيعية، ولكن الجينات الهاربة لا تستعاد، فإن بعض الفرق الجارية تنمى نباتات محاصيل مطورة وراثياً لى تقاوم المبيدات العشبية المرخصة الاستخدام، حيث يمكن أن تباع الأولى مع الثانية، مما يشكل اتجاهها يثير التساؤل، ونحتاج إلى مناقشة هذه الموضوعات بتفصيلات أكثر بكثير.

ومن الجلى أن الكائنات المحورة وراثيا تطرح قضايا خاصة، حيث لا تكفى الضوابط الرسمية حول مواقع اختبار هذه الكائنات لضمان عدم انتشار الجينات الجديدة، فيمكن للجينات الناتجة عن الهندسة الوراثية أن تدخل فى مجتمعات النباتات البرية، وقد تسبب لنا مشاكل طويلة المدى. وغالبا ما تستعمل الجينات المعلمة بسهولة لاختبار المقاومة للمضادات الحيوية، لتأكيد انتقال الجينات إلى المحاصيل الهندسة وراثيا . ومن الممكن أن تنتقل صفة مقاومة المضادات الحيوية إلى البكتريا البرية ، مما يزيد المشاكل فى المستقبل، ويمكن أن يؤدى استخدام المبيدات التى تقتل الأعشاب بغير تمييز إلى تهديد حياة الطيور البرية والثدييات، وكذلك فإنها تحدث تأثيرات خطيرة فى الإضرار بميكروبات التربة.

وأما الاعتراضات الأخرى، فلا تتيح إلى حد كبير استمرارية الحفاظ على البيئة. ويمكن زراعة بعض سلالات المحاصيل المقاومة للآفات التى يظن أن مقاومتها الطبيعية باستخدام الزراعات العضوية تكون أكثر أمانا من تأثير رش الكيماويات. قد تكون المواد التى تشكل مقاومة هذه السلالات للآفات طبيعية، ولكنها تسمم الآفات بما يكفى، ولكننا لا نعرف عن تأثيراتها علينا إلا القليل. تشكل النباتات مصادر لمواد فعالة تسبب السرطان والطفريات، ولا تجعلها حقيقة وجود مركب فى نبات الخس الذى تأكله قادرا على محو الحشرات أكثر أمانا من الناحية الوراثية من شئ تشتريه من أحد المحلات.

تعد ما حولنا من مدن وقرى وأطباء وممرضات ومدارس ومنتجات للعطلات كلها «مصطنعة» وكذلك الخبز والزبد والجبن، فكلها «مصطنعة» بالكلية، لأنها من نواتج علوم التقنيات. وكنا من قبل نرتضى أن تغير «الوسائل المصطنعة» مقاديرنا، حيث تقبلنا استخدام بويضات المانحات ومنى المانحين لإتاحة فرص للناس فى الحصول على أطفال من إنتاجهم، مع أن هذه ليست حقيقة الأمر، فالأطفال الذين يتم حملهم ويعتبرون نواتج زوج من الناس لا يشاطرون آبائهم نفس الجينات التى كانوا سيشاطرونهم إياها لو كانت الخلايا ناتجة عن والديهم، بدلا من أن تكون نتجت عن مانح. ويعد مجال البحث الأكثر حداثة، ليس فى توفير بويضة مانحة، بل فى استخدام السيتوبلازم المأخوذ من بويضة حديثة لتجديد شباب بويضة الأم الآخذة فى الشيخوخة، حيث يكون هذا بالتأكيد طبيعيا أكثر، لأنه يعنى أن الطفل الجديد يرث جينات الأم. وفى رأى أنه تظل هذه التقنية موضع تساؤل، إذ أننا ننقل بعض المادة الوراثية من بويضة مانحة إلى مادة خلية الأم، وبالتالي يحتمل نقل بعض الأمراض

معها (مثل سوء التغذية العضلي) الذي يرتبط بمركب (دنا- السيتوبلازمي). ويحاط التبنى، حيث يؤخذ الطفل ليصبح مماثلاً للطفل الذي يتم حمله طبيعياً، بمشاكل كبيرة، فيحتمل أن تعبر الجينات الغريبة عن نفسها، وليس مستبعداً أن يفاجأ الأبوان بأن التبنى كان لعنة عليهما لأن هذه الجينات تعبر عن نفسها في الطفل المتبنى، وقد يحدث هذا في تلك الحالات حيث يتم رفض الوالدين فجأة لأطفالهم المتبنين حيثما يصل هؤلاء الأطفال إلى سن النضج. ونرغب في الاعتقاد بأن شخصية الطفل تصبح حسب ما يتعلمه من أبويه، ولكن ليست الحالة بهذه البساطة، حيث إن التعليم يمكنه أن يقوى طبيعة الطفل الوراثية، ورغم أن ما يتعلمه يملأ عليه كثيراً مما يحدث حين يصبح بالغاً، فإن هذا لا يمكنه أن ينكر الطبيعة الوراثية للكائن، فنحن نكون ما نتعلمه، ولكننا نصبح ما تسمح لنا جيناتنا أن نكون. وليس ما يهمننا هو طبيعة الشخص منذ النشأة، ولكن التنشئة الخاصة بطبيعته.

لا زلنا نعيش على رتل من جينات ذات صفات متخصصة، فقد عرف الآن جين ينظم نشاط إنزيم يزيد من انتقال الأكسجين إلى العضلة ليغذي خلاياها وهو يسمى «الإنزيم المحول لمركب الأنجيوتنسين»، وقد يفسر الجين المسئول عن إنتاج هذا الإنزيم السبب في أن بعض الناس يفضلون الآخر في مجال الرياضة رغم تساويه مع غيره في التدريب . ولدى توقع كبير بأننا سنجد جينات للقدرات الموسيقية والفنية والحسابية ، فلا بد أن سلاسل جينات القدرة الكامنة موجودة في داخلنا، منها الحسن ومنها الرديء، ولأن الناس لديها مجرد جينات لصفات متخصصة، فلا يعنى ذلك أن يقدر لها أن تتبع ذلك المسار، فنحن مخلوقات من أصل واحد مزودة بذكاء مرتفع، وأفعال ضمايرنا محكومة بعمليات صناعة القرار التي تجعلنا واعين للعواقب، وفي نفس الوقت، فإننا معاقون بجهلنا.

على سبيل المثال، يشعر ذوو البدانة بأن ميلهم للسمنة يشمل كل غددهم، بالرغم من إعلامهم غالباً بأنهم جاوزوا الوزن الطبيعي لهم نتيجة لشراحتهم. وفي رأيي، أنه يجب أن يوجد في الجسم نوع من «مراكز التحكم في البدانة»، ينظم وزن جسمنا البالغ .

وقد يكون من المؤكد أن نتظاهر بأننا نحتاج إلى التحكم في وزننا بواسطة الموازنة الدقيقة لكل شيء نأكله، لأنه لا توجد أنواع أخرى من المخلوقات تحسب الأسعار ووحدات الطاقة الأخرى على اللوحات بالحائط. وكما نوهت من قبل، فإن

الشخص الذي يزيد وزنه خمسة جرامات فقط في اليوم (سدس أوقية)، قد يزن ما يقرب من ١٥ طناً في العمر المتقدم. وإذن، فكل الأنواع لديها جينات تنظم حجمها، مما يدل على أنه لا وجود لهذا الميل المزعوم للبدانة، يؤكد هذا أنه لا وجود «لعصفور» يزن خمسة كيلوجرامات. وهناك أسباب عديدة تجعل من الممكن للناس الاستفادة من زيادة وزنهم عن المتوسط، وبتعبير بيولوجي، فإن الشخص ذا المخزون الزائد من الدهون يستطيع أكثر أن يقاوم التأثيرات الناجمة عن مرض مميت، مثلاً، وحيث إن الحجم هو صفة مميزة لكل الأنواع، فلا بد أن ذلك مسطور في الجينات، وهذا هو السبب في اقتناعي بأننا سنكتشف جينات مسئولة عن البدانة، فيمكنك وقتها إن تحد من زيادة وزنك بالتحكم في كمية الدهون المخزن، ولكن لا بد أن يكون هذا شيئاً مريئاً بالنسبة لاثنتين يتعاطيان نفس طعام الحمية، حينما ينتهيان وأحدهما في غاية النحافة، والآخر أثقل وزناً، لأنه أكثر شحماً. ونحن نحتاج حاجة ماسة إلى أن نتقبل ماهية طبيعتنا، لأن الضغوط العصرية للتواصل تجعل الناس يطمحون إلى النهايات المستحيلة. ويرتعب عديد من الشبان من ذكر الكوليسترول، غافلين عن حقيقة أنه يعزل الأعصاب عما حولها وأن وجوده لازم للحياة. وكذلك تتلقن الشابات عن طريق الدعاية المكثفة الخوف من أن يصبحن بدينات (تظهر إحدى الصور الحديثة ممثلة شابة حسنة المظهر يصفونها بأنها ممثلة الجسم)، ونتيجة لذلك، تصبح بعضهن فاقدمات للشهية. ولذلك، يعتبر فهم هذا الاختلاف للحياة الإنسانية عاملاً هاماً من أجل المستقبل، فالناس يموتون من جراء إخفاقهم في الموازنة بين التوقع والواقع.

سارع رجال الأعمال الزراعيون في الاستفادة من القدرة الكامنة للتقنيات التي من شأنها إعادة التوحيد بين التوقع والواقع، فتم نقل الجين الذي يجعل النباتات مقاومة لمبيد الحشائش الشائع (جلایفوسات) إلى نباتات المحاصيل. ويعني هذا أنك يمكنك أن تزرع المحاصيل ذات الجينات المنقولة، وترشها كلها بالجلایفوسات فتقتل كل نبات ما عدا نباتات المحصول المرشوش، معطياً المزارع محصولاً من النبات المختار، ولكن انتظر لحظة: فهل هذا هو ما يحتاجه المزارعون؟ هل المزارعون غير قادرين بصورة مستمرة على إنتاج محاصيلهم؟ بالطبع من الأفضل أن يكون لديهم حقول دمرت فيها كل حياة نباتية ما عدا حياة المحصول المزروع، ولكننا نعاني في نفس الوقت من يأس بالغ بسبب النقص في كميات محاصيل معينة يحتاج إنتاجها إلى تطوير جيني عن طريق نقل الجينات؟ فالزراعة التي لا تبالى بلغة الطبيعة تدمر التربة، فمن المحتمل أن

تسهل ميكنة زراعة مساحة ضخمة من محصول واحد في السنة، ولكن ذلك يؤدي إلى تقليل الاهتمام بالعناية الطويلة المدى بتغذية الكساء النباتي الطبيعي، إذ أن تنمية النباتات في تربة معقمة، وتغذيتها على أسمدة بإعطائها جرعات من المبيدات العشبية لا تعدو زراعة في مزارع مائية، حيث لا تحتاج النباتات في الحقيقة إلى تربة على الإطلاق، في حين يوجد مجتمع ميكروبي في التربة (يمكن للقليل منا أن يراه باستمرار، ولا أحد منا يفهمه) وكله معرض لخطر الفناء.

وبنفس القدر، اهتم بنشر جين يمنح النبات صفة مقاومة الآفات، فالنباتات التي تنمو في الطبيعة تكون منتشرة من مجتمعات مختلطة، وقد تم تأقلم الآفات على البقاء حية طوال الرحلة من نبات لآخر، وفي حقل المزارع أعداد كبيرة من نفس النبات تقف جنباً إلى جنب. فيمكن للآفة أن تنتشر من نبات إلى النبات التالي بسرعة مذهلة، حيث يمكن أن يكون استخدام مبيد حشائش هاما بدرجة كبيرة إذا كان ذلك سيوقف تزايد انتشار الآفة.

كان لدينا ما يكفي - من قبل - من المشاكل التي تسببها البكتريا التي تتحرك حول العالم، جامعة جينات جديدة لتساعدها في مقاومة مضاداتنا الحيوية. وتدفعني المعرفة بكيفية تهجين وإخصاب النبات إلى الاهتمام بمنح المناعة للنباتات، فمن الأفضل لنا إبقاء جينات المناعة لصالحنا من أن ننشرها لتستغلها كائنات دقيقة في المجتمعات الانتهازية التي تعيش معنا.

هل يمكن إحداث هذا؟ يوجد الدليل العلمي الذي يشجع على المخاطرة، حيث يجري برنامج بحثي على بنجر السكر المقاومة للجليفوسات، فيمثل البنجر أحد الأنواع المعروفة مسبقاً بالتلقيح مع البنجر البري المجاور، ويمكن نقل الجينات الجديدة إليه في إطار هذه العملية، ويمكن لهذا أن يوفر مكاناً لاكتساب جينات المناعة المنتقلة إليه من النباتات البرية.

وتلوح كذلك من بعيد مشكلة أبسط، وكما كتبت من قبل «أنك تستطيع أن تزرع حقولاً من المحاصيل التي تحتوي على جينات منقولة»، وهذا ليس صحيحاً لكل امرئ. فقد تحتاج إلى شراء المحصول من المنتج مصحوباً ببراءة الاختراع، وتدفع نظير الحق في زراعته. وقد تحتاج أيضاً إلى شراء مبيد الحشائش المتخصص لهذا المحصول، وباختصار، فالمزارعون حول العالم قد يصبحون مقيدين بمصدر أو بنوع واحد مرخص

من أحد المحاصيل الرئيسية المطلوبة بكثرة. ولا يبقى هذا إلا أمل ضئيل فى ادخار البنور لاستعمالها فى السنة التالية. وقد أتقن مهندسو الجينات طريقة لقتل البذرة الناتجة عن المحاصيل ذات الجينات المنقولة، وهو اختراع جديد يعرف باسم «التقنية المميتة»، وذلك باستخدام مجموعة من جينات معروفة بأنها هامة بدرجة كبيرة لتطور البذرة وهذه الجينات المعروفة باسم «الجينات الغزيرة للجنين المتأخر»، والتي يمكن القضاء عليها بسلسلة من الكابحات الوراثية التي يمكن دسها فى التركيب الجينى للمحصول، وهذا يعنى أن المزارعين يشترون بذورا قابلة للنمو وإنتاج المحصول، ولكن البنور التي تنتجها تلك النباتات لا يمكنها أن تنضج .

هل يمكن أن تنتشر كل هذه الألاعيب ، وخاصة أن الزراعة العالمية قد تكون موضوعا لطلبات الاتحادات المتعددة الجنسية ، وقد تقول إن اختيار نوع من المحاصيل لشرائه يرجع إلى المزارعين، وآمل أننا نعى دائما مبلغ القوة التي يتمتع بها الاختيار الشخصى حين يصل إلى اختيار سلعة ما ، فالذى يهمنى هنا هى الرسالة التي تداوم الشركات الكبيرة متعددة الجنسيات على إرسالها. فقد قال أحد المتحدثين باسمها «فى خلال خمس سنوات ، سوف تصبح كل نباتات المحاصيل الرئيسية ذات جينات منقولة» ، ويخبرنى متحدث آخر أن الشعار الشائع الآن هو «التخطيط لأجل الربح»، وفى رأى أن هذا هو الوقت الملائم لنخطط من أجل الناس .

ونتيجة لانتشار حس «التحمس للوراثة»، تبحث الشركات عن استغلال هذه الأفكار بالاتجاه مباشرة إلى سوق الأسهم أكثر من الاتجاه إلى القطاعات الأخرى، ولكن يعتمد كثير من هذا الاتجاه على التوقع، أكثر من اعتماده على الواقع. وتشعرنا قائمة الإنجازات إلى حد بعيد بخيبة الأمل، فقد كان لزاما أن يتم سحب نسخة معدلة – من نواء الأنسولين الناتج عن ميكروب القولون المطور وراثيا – من السوق، بسبب أنها لم تكن آمنة الاستخدام مثل الصور التقليدية من هذا العقار . فقد أصبح العلم غير نقى فى عالم اليوم. فطلبات المستثمرين والحاجة إلى إيجاد تمويل مبنى على نتائج تحول العلماء إلى مندوبى دعاية . وأعلم أنهم يخبرون كل أصدقائهم أنهم يكرهون الشهرة ويشعرون بالخرج من الظهور فى الصحف، ولكنهم فى الحقيقة، يتملقون الدعاية فى كل دورة ، ويقاس نجاحهم بمقاييس جامدة كعدد بحوثهم المنشورة فى الدوريات العلمية .

ودائماً ما تكون الصحف نهمة إلى قصة، وأحياناً قصة علمية - قد تكون مبهمة - غالباً ما تشبع الطلب. وقد تتم رواية هذه القصة فى كلمات طويلة (لا يوجد علماء يحترمون أنفسهم يستخدمون كلمة بسيطة مثل «اختبار»، حيث يوجد بديل نو مقاطع عديدة مثل «طريقة التحليل الكمي»). ولكن هذا سيؤدى إلى تغيير العالم، وهذا هو ما يحدث، فقد كان هناك مثل معاصر فى الأخبار، ففى معهد ماكس بلانك فى ألمانيا، حيث كان يجرى تنمية خلايا أعصاب فأر فى مزارع أطباق، فقد وضعت رقاقة صغيرة فى قاع الطبق لتسجيل الإشارات الكهربائية التى تعطيها الخلايا العصبية خلال نموها، وليس هذا صعباً، فأى شخص يستطيع عملها، ولا هى بالجديدة. فهناك الكثير من المعامل حول العالم يفعلون ذلك، وإذن فلماذا اجتذب معهد ماكس بلانك هذا الاهتمام؟ من السهل الإجابة على هذا السؤال، حيث أعلن المتحدث الرسمى باسم المعهد أن هذا يظهر أننا نستطيع «ربط المخ الأدمى بالحاسب الآلى»، وهى مبالغة أسىء استعمالها تجعل طريقة روتينية تبدو كما لو كانت أخباراً تهز الأرض، وإذا كان الجمهور قد أخطر بطريقة أفضل عما يجرى العلم، وإذا كانت الصحافة على اتصال أكثر مع كل يوم يتم فيه بحث فى المعامل التجارية، فقد لا تفلت الناس من العواقب الوخيمة لمثل هذه المبالغات، فقد غطت كل من التقنيات التجارية على العلم التقليدى، كما تصاغ عادة الإعلانات التجارية فى مصطلحات متحفظة تتحدث عن «الحسابية التجارية» وعن الحاجة للسكوت عن التفاصيل، فيمكن أن يحول البحث إلى شىء يبدو لافتاً للنظر، فحينما قام العلماء بأول تنمية لأجنة الفئران فى زجاجات، نمت الأجنة المبكرة حتى بدأت الخلايا فى التخصص، حيث أمكن رؤية انقباض عضلة القلب النامية. حسناً، هذا ما يمكن أن نتوقعه ولكن بمضى الوقت تمت إذاعة الاكتشاف، وتضخيم الادعاء تضخيماً جاوز المعقول. وحسبما ادعى فقد لوحظت «ضربات قلب»، وكان يمكن أن تؤدى هذه الانطلاقة الجارية فى بحوث الجينات إلى الإشارة لحدوث خطأ ما فى النبات عند حدوثه. وتستطيع «الجينات الذكية» الناتجة أن تأخذ العمل التخمينى خارج مجال البستنة. وتتركز دائرة الاهتمام فى جامعة «أدنبره» على الجين الذى يستطيع إعطاء الإشارة عندما تحتاج نباتات البطاطس إلى الري، ففى معهد المحاصيل المزروعة التابع لمحة بحوث «روثامستيد» يحاول العاملون تعيين موضع الجين الذى يمكن أن يعطى إشارة عندما ينقص النروجين فى النبات. والهدف من ذلك التوصل إلى طريقة بسيطة، يمكن أن يتم بها فحص النباتات بواسطة مصباح يدوى

للأشعة فوق البنفسجية، فتشع النباتات المصابة بأمراض، أو بخلل في الأيض، وبمرور الزمن تنشر التقارير في الصحافة بطريقة تجعل نتائج البحث تبدو مختلفة جداً، حيث كانت تدعم بصور لنباتات عباد الشمس التي تغيرت ألوانها مثلما تفعل حيوانات «الحرياء».

في هذا العالم المعاصر من قوى السوق، لا يزيد التساؤل عن اكتشاف علمي عما يمكن أن تكون الوسيلة التي يبيع بها العالم هذا الاكتشاف «حيث الصلة وثيقة بين السياسة العلمية وبيع البضاعة «المزوجة الصقل» .

ويحتفظ السياسيون الذين «لا يعرفون شيئاً عن العلم» بكل خيوط التمويل، فلا يبارون العلماء الكبار بقائمة من الكلمات الطويلة، وشهوة شديدة إلى المال. منذ مائة عام تم اعتبار وسائل الإعلام أمراً ينبغي إدخاله إجبارياً في شهود أخبار العلم، فقد دعا «باستير» الصحافة لكي تشهد بياناته العملية، وقد كان «فوكولت» (الذي اخترع البندول الذي يبين دوران الأرض تحت قدميك) كاتب عمود في صحيفة كما كان عالماً.

ويعزى التغير العصري في العلاقة بين العلم والسياسة إلى الأسلوب الذي يصبح العلم به تافهاً مبتذلاً، حيث تعقبه المبالغات، فيتعاقد معظم العلماء مع المؤسسات العلمية بعقود قصيرة المدى، فلا يستطيعون شراء منزل أو يضمنون استمرارية الإنفاق على تعليم أبنائهم، وبذلك تصبح حياة الأسرة مستحيلة في الغالب، حيث يعتمد كل شيء على الحصول على تمويل، ويقدم التمويلات بواسطة لجان تجهل إلى حد بعيد المهارات الخاصة للعلماء. ويحتاج مشروع البحث المقدم إلى الهيئة الممولة إلى المغالاة في أهميته إذا كان المطلوب هو التأثير على اللجنة، وتهتم المعامل التجارية بوضع واجهة شجاعة كما لو كانت بسبيلها إلى إنجاز شيء جديد، وتصبح كثير من شركات التقنيات الحيوية أكبر حجماً عن طريق اندماجها مع شركات أخرى، مما يكسبها صورة جديدة من الاستثمار، فالأفراد يبدأون في اجتذاب مشتر ويصبحون أصحاب ملايين ما بين يوم وليلة، فليس الهدف الإبداع العلمي، ولكن بيع فكرة ضئيلة لقاء مكسب خيالي، وكنتيجة، أصبح لدينا ولاء غير مقدس للصحفيين الجائعين لأي قصة، واشتاق العلماء إلى ادعاء عناوين أكثر من منافسيهم، وتكون النتيجة هي عصر جديد من المبالغات، تعاني منها الأمانة العلمية. ويدفع النظام السائد في هذه الأيام إلى البحث عن حلول مكلفة لمشاكل رخيصة، ورغم أن العلم يدور حول تقرير الحقيقة، فالنسخة المعاصرة منه تعتبر اختزالاً لطرق الاقتراب من الحقيقة وتعميماً للنظرة الشاملة إليها، فهي مشغولة سلفاً بأنانية العاملين في هذا المجال .

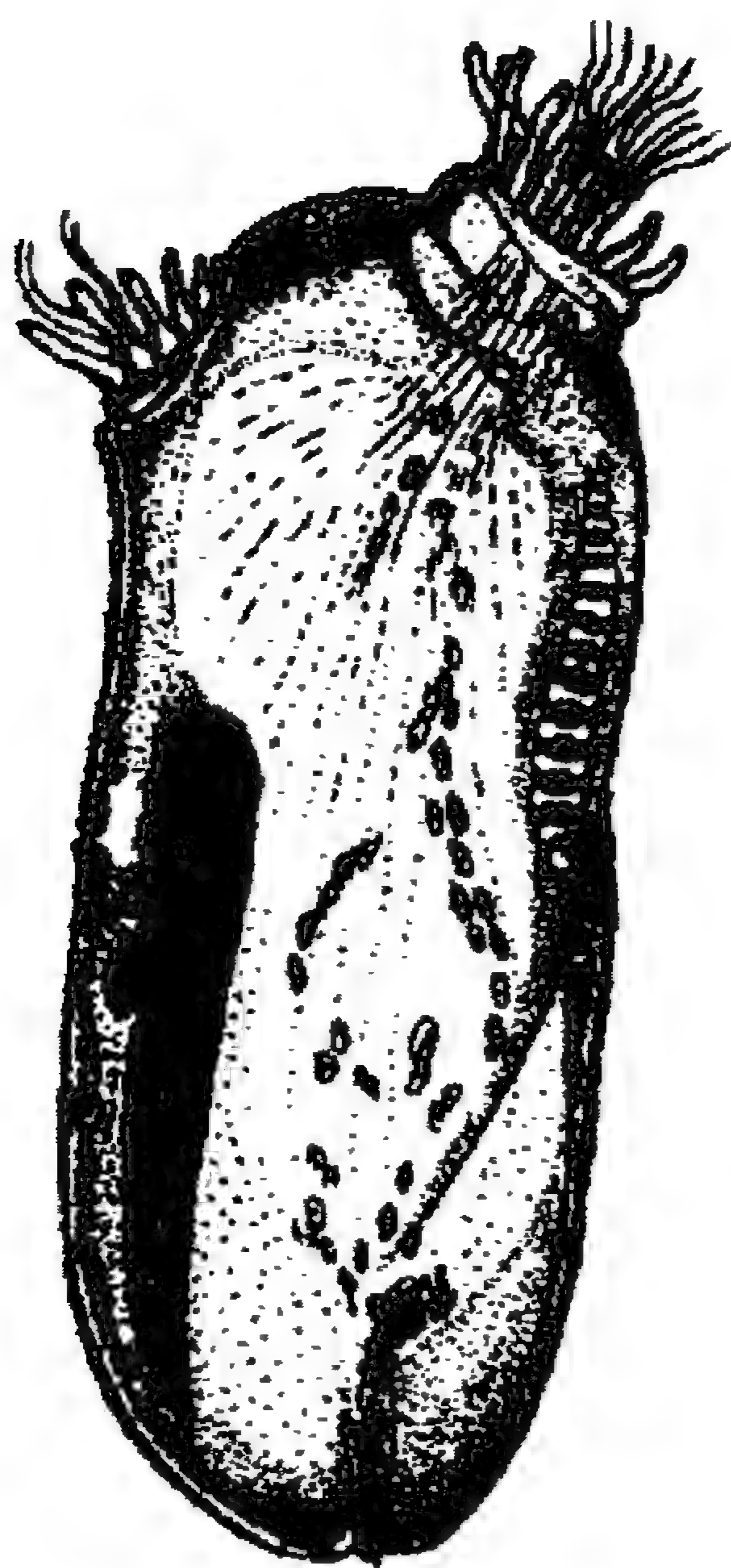
ما الذى تكشفه الخلايا من السلوك الإنسانى

يكشف النظر فى سلوك الخلية الوحيدة أساس سلوكنا الإنسانى ، فتتصرف الكائنات عديدة الخلايا (مثلنا) بنفس أسلوب الخلايا التى تتكون منها ، فالثقافة الإنسانية غنية بأصدقاء أسلوب سلوك الخلايا الوحيدة ، فمثلا نجد الادميين يصفون الأحجار ويلصقونها ببعضها لبناء منزل ، فلتنظر إلى جدول وسوف تجد حشرات ذباب سافلة تفعل نفس الشيء .

والآن خذ مجهرا وحدق بعمق فى بركة أو بين أوراق نبات طحلب بحرى فى المحيط، فستجد كائنات وحيدة الخلية ، مثل الأميبا وغيرها يمكنها أن تفعل نفس الشيء بالضبط ، ويعبر ما نفعله عن صدى للطريقة التى تسلك بها الخلايا الوحيدة ، فكل الكائنات وحيدة الخلية تحتوى عديدا من النزعات التى قد نلاحظها فى أنفسنا ، حيث أننا مكونون من تجمعات من الخلايا الوحيدة، وأنا أفترض أن الادميين - وكل الكائنات عديدة الخلايا تبين السلوك الذى يوجد دائما فى الخلايا الوحيدة التى تحتوى عليها أجسامنا ، فليس هناك شىء غير قابل للمحاكاة فى بنى الإنسان . فهل يمكن حتى أن يفسر هذا تركيبنا المعقد ؟ دعنا ننظر إلى الوراء إلى أحد الكائنات الدقيقة التى سبقت الكتابة عنها وهى ميكروب «الإبيدينوم» وهو معقد بدرجة مذهشة، فهذا الكائن لا يعدو أن يكون وحيد الخلية، وانظر بدقة إليه، وسيبدو أنه يملك شيئا يظهر لك مثل المخ، ويسمى «بداءات القوة المحركة» ، ويظهر فى صور المجهر الإلكتروني كما لو كان يحتوى على شىء مشترك مع تنظيم الجهاز العصبى ، وتحتوى «بداءات القوة المحركة» على دائرة كهربائية مقفلة تحيط بغم الخلية ، وهناك نواة تسكن الجينات فى كروموزوماتها، ولكن هناك أيضا نواة أكبر بكثير ، لا تلعب أى دور فى انقسام الخلية، ولكنها تحوى داخلها مخزونا كبيرا من معلومات التشفير ، بما فى ذلك التعليمات الخاصة بكيفية تكون الخلية وتفاعلها. ويحتوى حيوان «الإبيدينوم» على نقر تحاكي فتحة «الشرح» ، كما يحتوى على هذا التركيب الغريب المجرأ المحتوى على مواد تخزين

الغذاء ، مثل النشا الحيوانى (الجليكوجين) والباقى ، الذى يشبه للملاحظة العابرة عمودا فقريا ، إلا أنه بالرغم من أن «الإبيدينوم» كائن وحيد الخلية ، فالشكل الذى ظهر به يوحي بأن تركيبه ، سيبدأ فى مشابهة صورة أرقى من الحياة ذات خلايا متعددة .

حينما افترضت أن سلوك الادميين يشبه سلوك الخلايا الوحيدة ، فيمكننى أن أتخيل رد فعلك الذى لا يصدق هذا الافتراض ، وتساؤلاتك «فماذا إذن عن ركوب المنطار ؟ وماذا عن تشييد سور الصين العظيم؟» ولا تقل مثل هذه التساؤلات من قوة هذا الافتراض ، فلا يشكل الطفو خلال الهواء إلا مشكلة قليلة للخلية ، فحبة اللقاح المتواضعة الموجودة فى شجرة السنوبر تتطور إلى كيسين قابلين للطفو يتقلان تلك الحبوب لأميال عديدة ، ويمكن رؤية سحب تلك الحبوب خلال الربيع كضباب فوق غابات السنوبر .

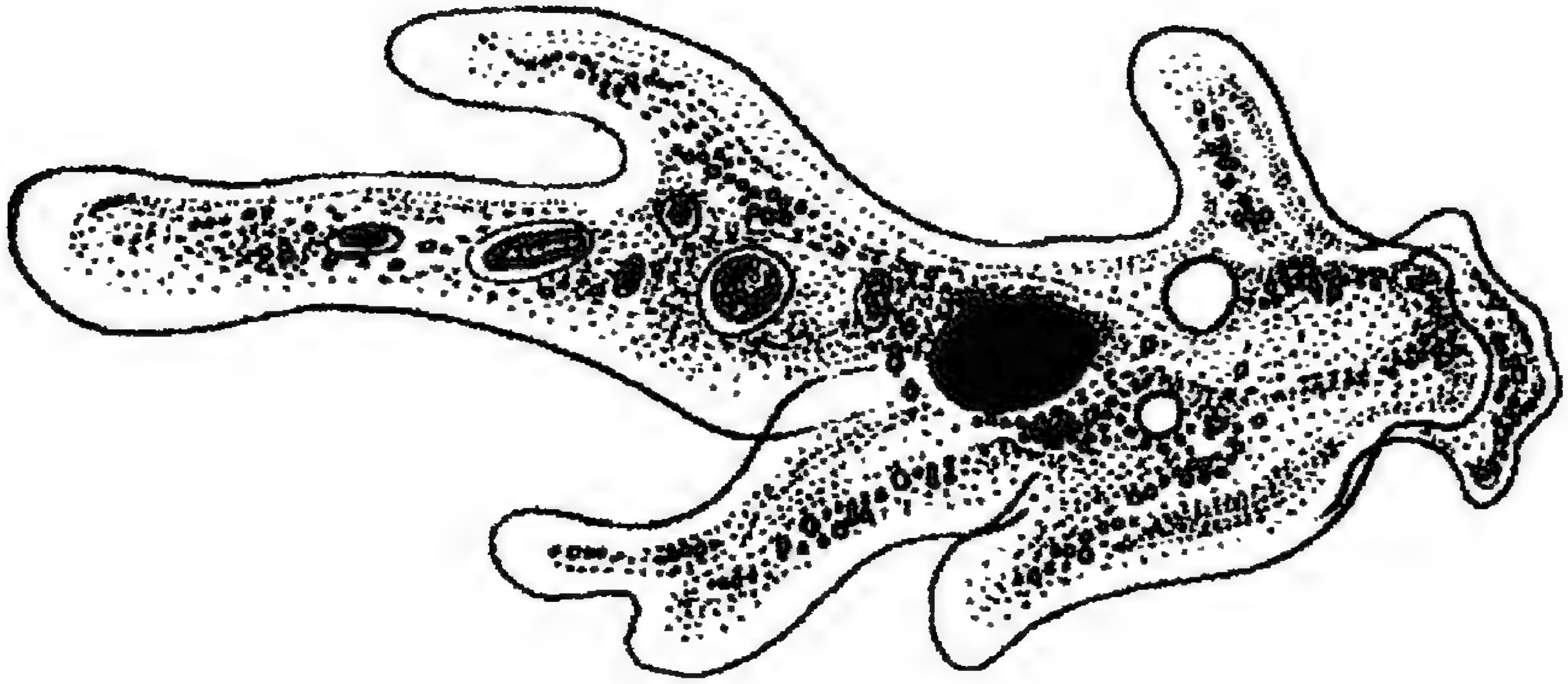


شكل (٣٦)

حياة الكائنات وحيدة الخلية فى حالة أقصى تعقيد لها

يعد الحيوان «إبيدينوم» نموذجا لأكثر الحيوانات وحيدة الخلية تعقيدا ، حيث يحتوى على تركيز من أعضاء الإحساس وهضم البروتين يماثل ما فى المخ وحتى تركيب مجزأ يذكر بالعمود الفقري ، وفى هذا الكائن النقيق الذى يعيش فى المعدة الأولى للماشية ، يمكننا أن نتوقع بعضا من خصائص المخلوقات الكبيرة عديدة الخلايا .

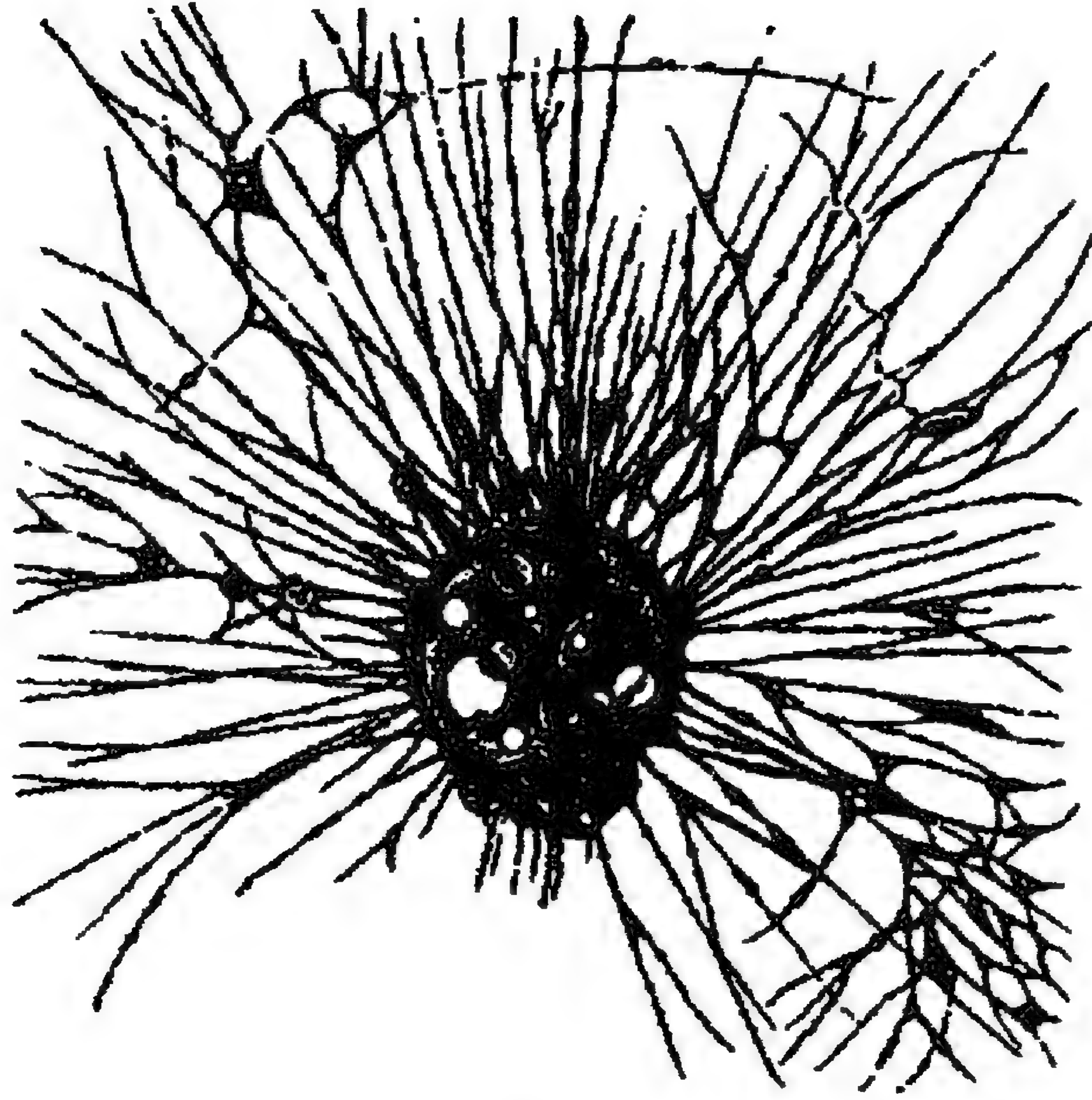
وكذلك تكثر عملية البناء بقوالب مكونة من المعادن في عديد من الميكروبات ، فقد تكون خلية النوع «بروتياس» من الأميبا مألوفة بما فيه الكفاية ، ولكن أنواع الأميبا الأخرى تتحوصل في دروع حجرية ، وقد صممت هندسة بنائها بدقة بحيث توفر أقصى قوة لذلك التركيب وتمكننا الطريقة المتقنة المصمم بها كل قشرة من تعريف الأنواع المختلفة من الأميبا عن طريق خصائص بناء كل قشرة من تلك القشور المتقنة الصنع . ويعتبر نوع «ديفلوجيا» من أكثر الأنواع المعروفة بتكوينها لهذه القشور، فهي تتميز بقد كاذب أطول وأضيق وأقل تحببياً مما في حالة نوع الأميبا «بروتياس» . وتعيش الأميبا من نوع «ديفلوجيا» في البرك وتلتقط حبات الرمل لتلصقها ببعضها وتبنى بها بيتها المجهري . ويعتبر هذا إنجازاً مرموقاً بالنسبة لحيوان أولى عديم الشكل . وكما اكتشف بنو الإنسان البناء بالأحجار ، منذ قرون مضت ، فنعتبر أنفسنا متقدمين لأننا اكتشفنا أسس استخدام الأسمنت في لصق أشياء منفصلة لتكوين حائط يوفر الحماية . ونجد من الحياة في البحار حيوان «تينتويسيس» الذي يستخدم أهدابه في السباحة ، فهو يجمع أجزاء الصخر والجزئيات الكوارتز الزجاجية الدقيقة ، ويلصقها مع بعضها ليكون غرفة حامية له تشبه الجرس (ومن هنا أتى اسم جنس ذلك الكائن) ، فهو يخرج من بيته، حافظاً نفسه في أمان بواسطة اللويقات الشفافة المنقبضة ، وعندما يلوح الخطر يتراجع إلى داخل الملحأ الذي يوائمه بدقة .



شكل (٣٧)

كرية هلامية تتغذى وتجد طريقها

يعرض هذا الشكل منظراً لخلية وحيدة من نوع «أميبا بروتياس» تظهر فيه نواتها الداكنة واضحة قرب مركز الخلية، كما تظهر الفجوات الغذائية متناثرة في السيتوبلازم ، حيث تمر بالمراحل المختلفة لهضم الطحالب التي تتغذى عليها الخلية ، كما تظهر بعض الفجوات المنقبضة بوضوح، التي تمتلئ بالماء وبعض الفضلات الذائبة ، ويتجه إلى سطح الخلية لتنفجر وتطلق سراح محتوياتها ، تماماً مثلما تفعل الكلى في الكائنات الأرقى .



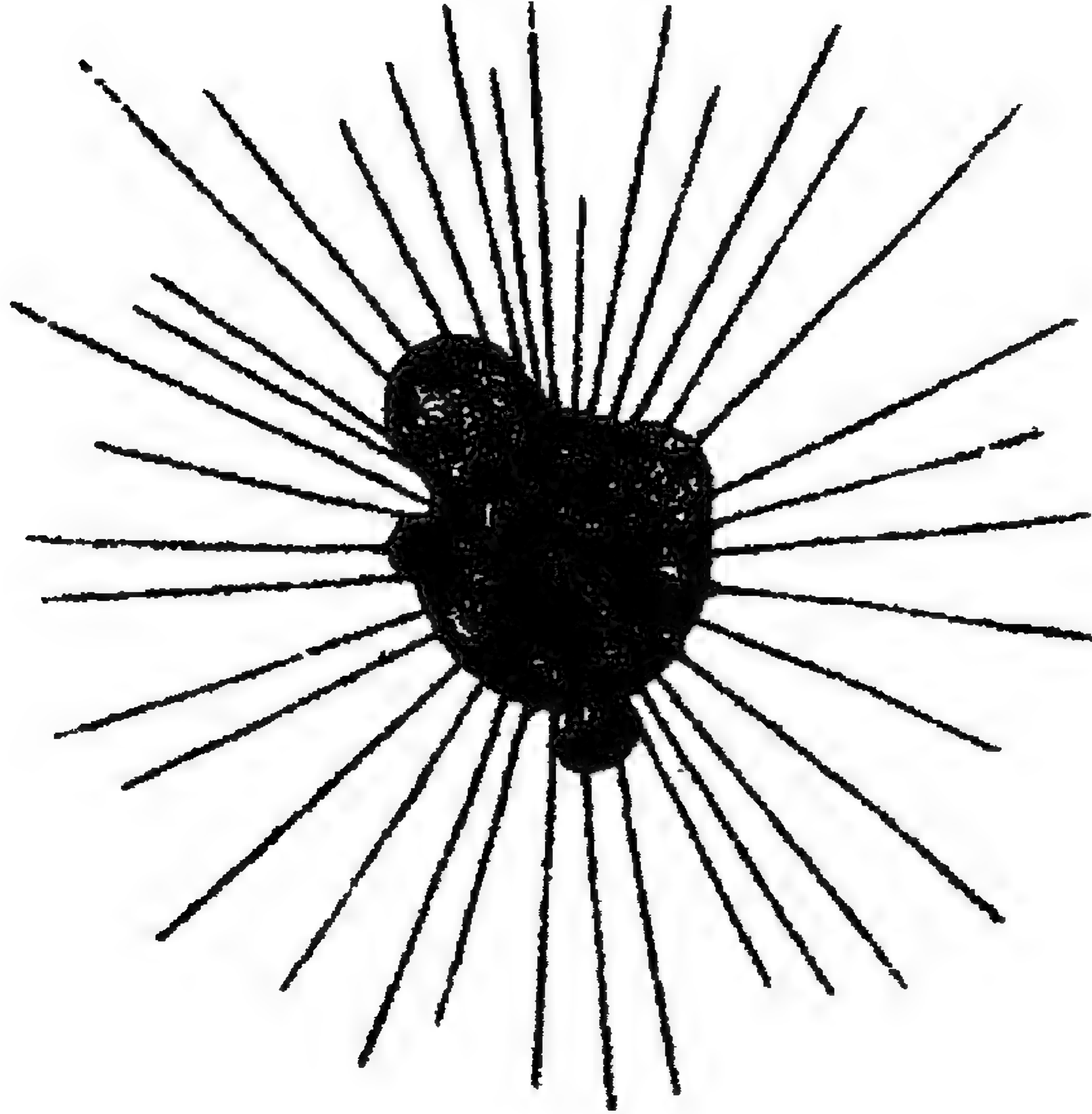
شكل (٢٨)

خلية أميبانية ذات شبكة من الشراك

تنتج إحدى الأميبات «جروميا» قشرة مخروطية يمتد منها صف من الأقدام الكاذبة، بعيدا عن الخلية ، لاقتناص الطحالب الأصغر حجما التي تتغذى عليها هذه الخلية ، وتجذب التيارات التي تحدثها الخلية الفريسة ببطء تجاه المركز ، حيث تبتلعها الخلية وتهضمها .

إذا رغبت فى أن ترى العلاقات بين هذه الصور من الحياة ذات الخلية الوحيدة وبين الكائنات الأرقى، فحينئذ ، لا يلزمك أن تنتظر بعيدا إلى ما إذا كانت صورة الحياة سلاحف أو سرطانات ناسكة. فمناظورنا إلى الأميبا بسيط : إذ نتخيله أكثر قليلا من الحيوان الأولى وحيد الخلية عديم الشكل، ونعتقد أنه يمثل الصورة الأبسط من الحياة المعروفة للعلم. ويمكن طبقا للطريقة التي تعلمنا بها أن تتخذ الخلية أى شكل نرغبه ، فكل ما يحتاج المرء أن يفعله هو أن يرسم خطا متموجا ويضيف نقطة تمثل النواة ، كما يقولون ، ولكن لا شىء من كل هذا صحيح ، فالأميبا من نوع «بروتياس» تتميز فعلا عن الأنواع الأخرى من الأميبا لسبب يتعلق بالأبعاد ، والهيئة ، والمحيط ، وطرز

توجيه الأقدام الكاذبة ، فهيئتها متميزة فعلا، حتى أنها مزودة برأس وذيل ، وعلى الرغم من أنك قد لا تظن ذلك ، دع أميبا تزحف على تجويف فى طبق زجاجى مسدود الطرف وتتوقف فى طرفه البعيد .



شكل (٣٩)

الظهور الأخاذ لحيوان الشمس المجهرى

هذا الكائن المجهرى الرائع «أكتينوفريس سول» مألوف أيضا فى عينات المياه المأخوذة من البرك ، وهو ينتج زوائد بقيقة مثل «جروميا» تخرج منها أشعة مثل أذرع المروحة ، وقد تم طبع هذا الرسم المحفور فى مجلة «العلم للجميع» التى صدرت فى القرن التاسع عشر ، حيث كانت المعرفة العامة بالعلم أكثر شيوعا منها اليوم، وقد انتشرت هذه المجلة فى بريطانيا وفرنسا وأستراليا والولايات المتحدة بشكل واسع .

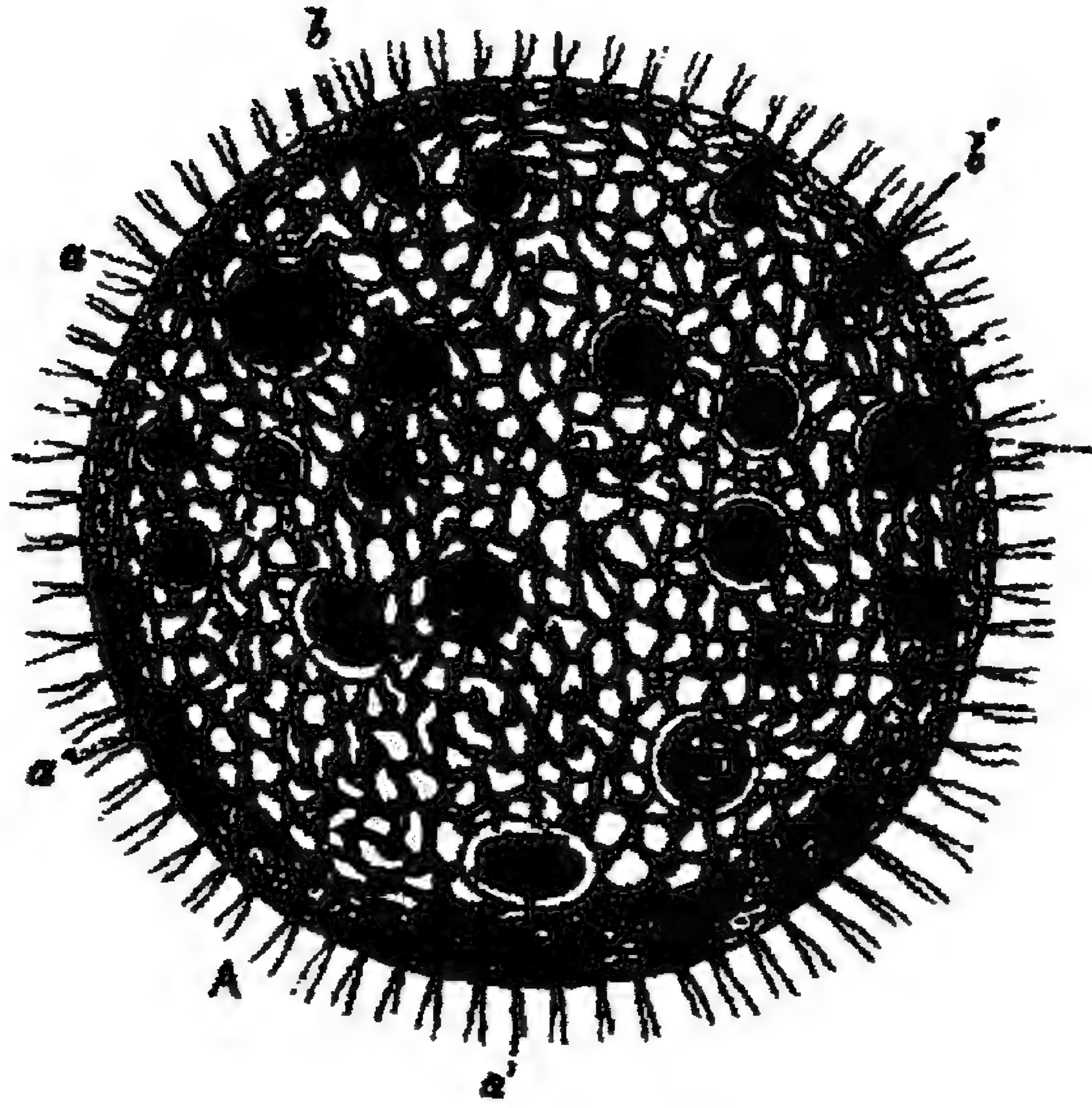
وحيث أننا يمكننا أن نلاحظ من حركة الجينات داخلها ، أن الخلية تدور حول نفسها وتأتى ورأسها فى المقدمة ، ولكنك تربيت على الاعتقاد بأن الأميبا بسيطة للغاية ، فهل هى كذلك حقا؟ كلا ، لأن الأميبا تستطيع أن تفعل العديد مما يستطيع الإنسان أن يفعله، من الأيض والنشاط والإحساس والإخراج ، والتغذية والحركة ، وكل هذه الصفات المتعددة التى نملكها، تملكها الأميبا كذلك ، ولكن الأميبا تستطيع أيضا أن

تقوم بعدد من الأفعال التي لا يستطيع الإنسان القيام بها ، فهي تستطيع تنظيم معدل تكاثرها بالضبط لتوائم الكمية المتاحة من الغذاء ، وتستطيع بناء علبة حول نفسها لتحميها ، وبذلك فحين لا توائمها الظروف المتيحة لحياتها ، تستطيع الأميبا البقاء على قيد الحياة داخل تلك العلبة إلى أن تعود ظروف البيئة حولها إلى ما كانت عليه ، وهذه حيلة بارعة إذا كنت تستطيع القيام بها ، وبالطبع فتقوم الأميبا بكل هذا داخل خليتها الوحيدة .

ليس من الصعب إيضاح الطريقة التي يتحركون ويمشون بها ، فيكفى عصاتان خشبيتان ورباط مطاط لشرح عمل أحد أطراف الحيوانات الثديية لأحد الأطفال . تتكون الأميبا من مكونات قابلة للنويان في الماء ، وينبغي أن تنوب في الماء المحيط ، آخذة الغذاء في فجوات صغيرة ، ومخرجة الفضلات من خلال نقر تنفتح في سطح الخلية وتستمر في محاولة البقاء سليمة ، غير مصابة بأذى ، وحين تتوجه إلى وجهتها المختارة ، تفعل ذلك بدون أى أطراف ، أو هيكل، وبدون أى استخدام عضلات ، ولا يداخلك اعتقاد بأن ذلك سهل كما يقولون ، فإذا كنا نرى الخلية كما لو كان لها قدرة كاملة، فيمكننا أن نحاول المزاوجة بين هذين المفهومين المتضادين للزيجوت الحديث التخصص ، فهو يعيش مثل النقطة المجهرية ، أى كبذرة لحياة جديدة ، ولكنها تتيح للخلايا الناتجة عن انقسامها أن تعبر عن نفسها من خلال التخصص الوظيفي. وتعيش الكائنات عديدة الخلايا من خلال تقوية وظائف متخصصة في مجموعات الخلايا المطابقة لها ، بينما توقف عمل الوظائف غير الملائمة لذلك الموقع في الجسم ، ويعتبر تكشف الخلية أحد ملامح الخطوات المتسلسلة لتطور هذه الخلايا عديدة الوظائف ، فقط إذا كانت هذه الملامح ملائمة لوظائف هذه الخطوات في جسم الفرد البالغ .

وقد تلقى العلاقة بين الخلية والكائن ، الضوء على مشكلة طال أمدها في علوم الحياة، ألا وهى نشوء العينين ، فقد شغلت هذه المشكلة الكتاب لأكثر من قرن ، وفي الحقيقة أنها حيرت «تشارلس داروين» (١٨٠٩-١٨٨٢) . ويكمن سبب الحيرة في التنوع الهائل للعيون في عالم الحيوان، فهناك ٥٠ طرازا مختلفا من العيون موجودة معا، فمنها المركب ، والبسيط ، ونو التركيب المخاطى والجامد، والذي يحتوى على عدسات تكونت من سطح الجسم ، والذي له عدسات ناعمة يمكنها تركيز بؤرتها ، وكذلك فبعضها صلب، والبعض الآخر مفرغ ، وكلها تصلح كطراز أساسى ، بمعنى أنه يوجد نظام للتركيز البؤرى في المقدمة ومستقبل للضوء في الخلف . المشكلة أنه توجد مجموعات من الحيوانات أنشأت لها عيون مصممة بطرق مختلفة محيرة ، فإذا نشأت

عين مرة ، فقد يكون من المعقول افتراض أن الطبيعة قد كررت كثيرا نفس التصميم فى كل الصور المختلفة للحياة. وطبقا للدروس التقليدية فى النشوء والتطور ، فهذا هو بالضبط ما يتوقعه المرء . لكن حقائق الحياة تناقض هذا التوقع، فيمكن أن يقدم مفهومى لهذه العلاقة التفسير الذى نحتاجه ، حيث أنه توجد عيون فى الخلايا ، فبعض من أصغر الطحالب الخضراء كانت عيوننا متقنة ، ولأن هذه العيون صغيرة، فدائما ما نسميها «بقع عينية» ، ولكنها تستحق أفضل من ذلك، فليست البقعة نقطة عديمة الشكل ، لأن هذه العيون معقدة من التركيب ، فتوجد شبكية فنجانية الشكل غالبا ، فى عين الميكروب التقليدية ، وتنطبع الصورة على هذه الشبكية بواسطة عدسات عاكسة ، وبعيدا عن الشبكية ، وتوجد لويقات فى الخلية توصل المنبه .



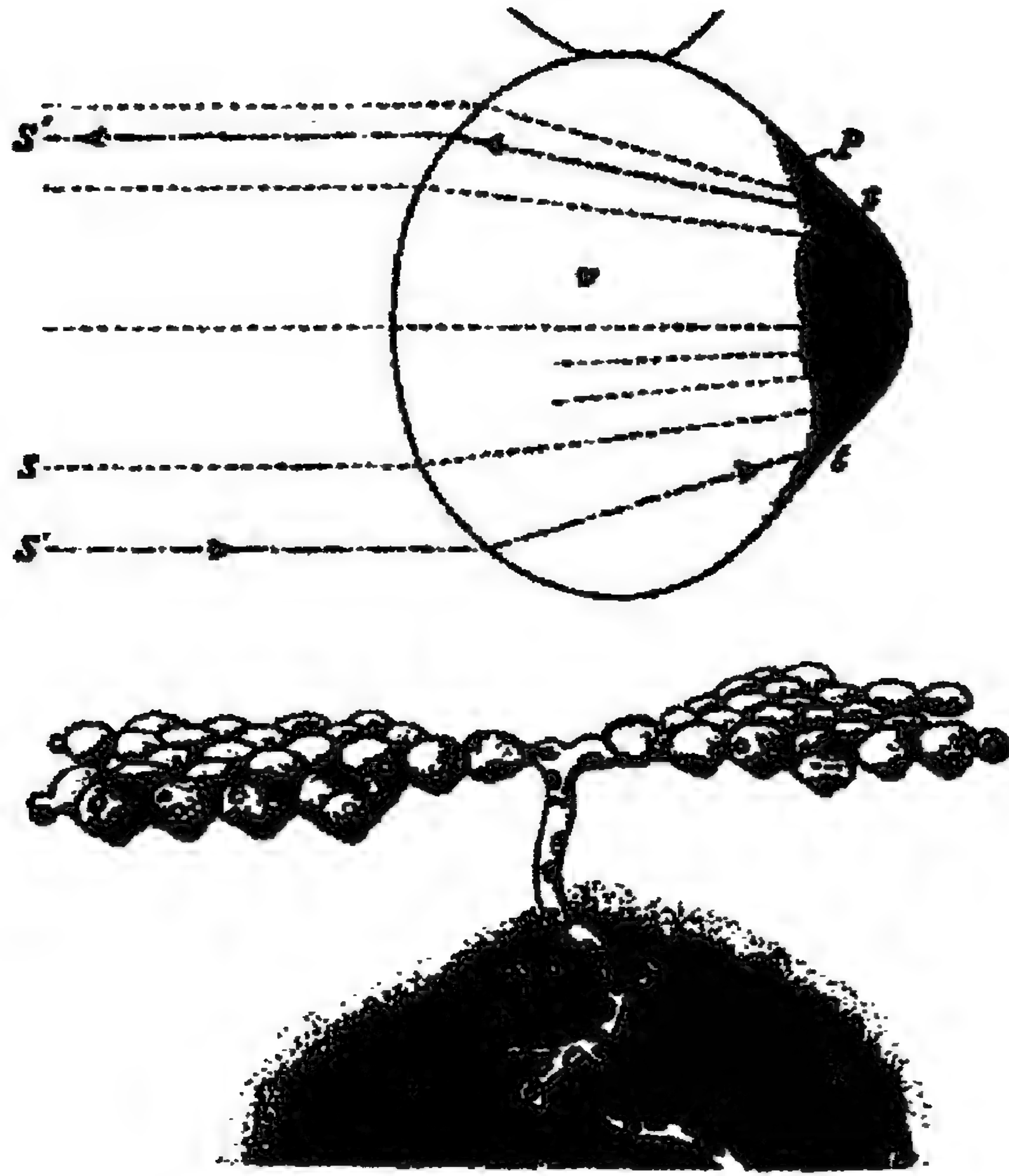
شكل (٤٠)

مجتمعات الطحالب التى تستخدم عيونها

طحلب البرك «فولفوكس» وحلفائه، خلايا طحلبية تنمو معا مكونة كرات جميلة مفرغة ، تعوم كل خلية بالتساهم مع جاراتها ، مغيرة لونها مثل الكرة الأرضية اللوارة ، ولكل من الخلايا المنفردة بقعة عينية تحتوى على فنجان من الصبغة الحمراء الحساسة للضوء، وعلى الرغم من أننا لا نستطيع أن نتخيل كيفية تفسير هذه الإشارات المرئية ، فإن مستعمرة الطحالب قادرة بطريقة أو بأخرى على رؤية المكان الذى تتجه إليه .

توجد هذه الملامح كلها فى فراغ الخلية الوحيدة ، ولكنها تعتبر ملامح بارزة للعيون المتطورة ترى فى كل الحيوانات عديدة الخلايا ، وتكون الأنواع عديدة الخلايا غنية فى علاقاتها - من حيث التشابه فى الخلايا التى تتكون منها العيون - مع الأنواع وحيدة الخلية، وهو ما يفسر السبب فى بناء كل العيون على نفس الطراز الأساسى . ومن الأسهل فهم حقيقة أن تصميم العيون المختلفة نو نظام محير ، لأننا لم نعد نبحث عن آليات منفصلة كان يمكن أن تكون ضرورية إذا كانت هذه العيون قد نشأت مستقلة . والآن ، يمكننا أن نستنتج أن بناء العين لا علاقة له بفهمنا ، فالذى يهم هنا هو الأساس الذى تبنى عليه رؤية العين ، والذى سبق وضعه داخل الخلية . تعتمد الطريقة التى تطور بها الحيوانات المختلفة أعضاء الرؤية الخاصة بها على الطريقة التى تكونت بها أجسامها ، ويوحدها اعتمادها على العلاقات المرتبطة بأعضاء الرؤية داخل الخلايا الحية . فإذا استطاعت خلايا من أصل متعدد الأغراض أن تخصص فى مجال الرؤية ، فإننا نحتاج أمثلة يمكننا أن نرقب فيها تغير تركيب الخلايا المتطابقة بينما تقوم بعمل متخصص . وتوفر الطبيعة الكثير من الأمثلة التى يمكننا من مراقبة ما يحدث .

سأختار الأميبا من نوع «ديكتيستيليوم» على سبيل المثال ، وهى نوع قد تجده فى إحدى الغابات ، فقد تجد خلية وحيدة من هذا الكائن تحت المجهر أثناء فحصك لعينة من تربة هذه الغابات ، فتستنتج وجود أميبا من النوع المعتاد ، وتترك الأمر عند هذا الحد ، ولكن الأميبا «ديكتيستيليوم» تتميز بمراحل متعددة من دورة حياتها المعقدة ، فهذه الخلايا الصغيرة تعيش فى الغابة بين الدبال والأوراق المتحللة ، حيث تتغذى على ميكروبات أصغر تشكل جزءا من النظم الخاصة بتدوير الغابة ، فهى تتغذى ، وتنمو ، وتنقسم إلى النصف ، مثلما تفعل الأميبا دائما ، وعند حلول زمن التكاثر الجنسى ، يتغير كل هذا . ويرقد أحد الأفراد - فى مكان ما فى وسط هذا المجتمع المتباين من خلايا منفصلة تعيش حرة - حيث يبدأ فى إرسال إشارة .



شكل (٤١)

سرخس «غابة» يعطى الإشارة بظهور بداءات العدسة

رسم هذا الرسم التخطيطي إيوارد ستراسبورجر في العصر الفيكتوري ، ويبدو لأول وهلة مثل قطاع في العين - لكنه يصور خلية متخصصة للسرخس «شيسيتوتيجا» الذي يكون جدائل من خلايا عاكسة للضوء مثل إشارات المرور وتبدو باهرة الإضاءة في الأرض الداكنة، وتسمى هذه الظاهرة «الجن الذهبي» وكل خلية مؤهلة خصيصا لتركيز مستويات منخفضة من الضوء .

وتمكننا مشاهدة فيلم يستغرق بعض الوقت ، عن مجتمع من هذه الخلايا تحت المجهر ، من رؤية إشعاع الإشارة الصادرة إلى الخارج ، واسمح لي بسؤالك عما إذا كان يمكنك أن تصور فيلما وثائقيا عن قنابل تلقى من طائرة أثناء الحرب ؟ إن فعلت هذا ، فإنك ترى موجات صدمات مشعة متحدة المركز تنتشر للخارج من النقطة الخاصة بالتأثير، ويمثل هذا إلى حد كبير ما تراه في هذه الصور المجهرية ، حيث ترى موجة صدمية مركزية تمتد للخارج من خلية في مكان تأثيرها في المجموعة وترسل إشارة للخارج ذات ضوء ينتشر بوضوح ، سالكا سلوك المادة الكيماوية النشطة ، لأن

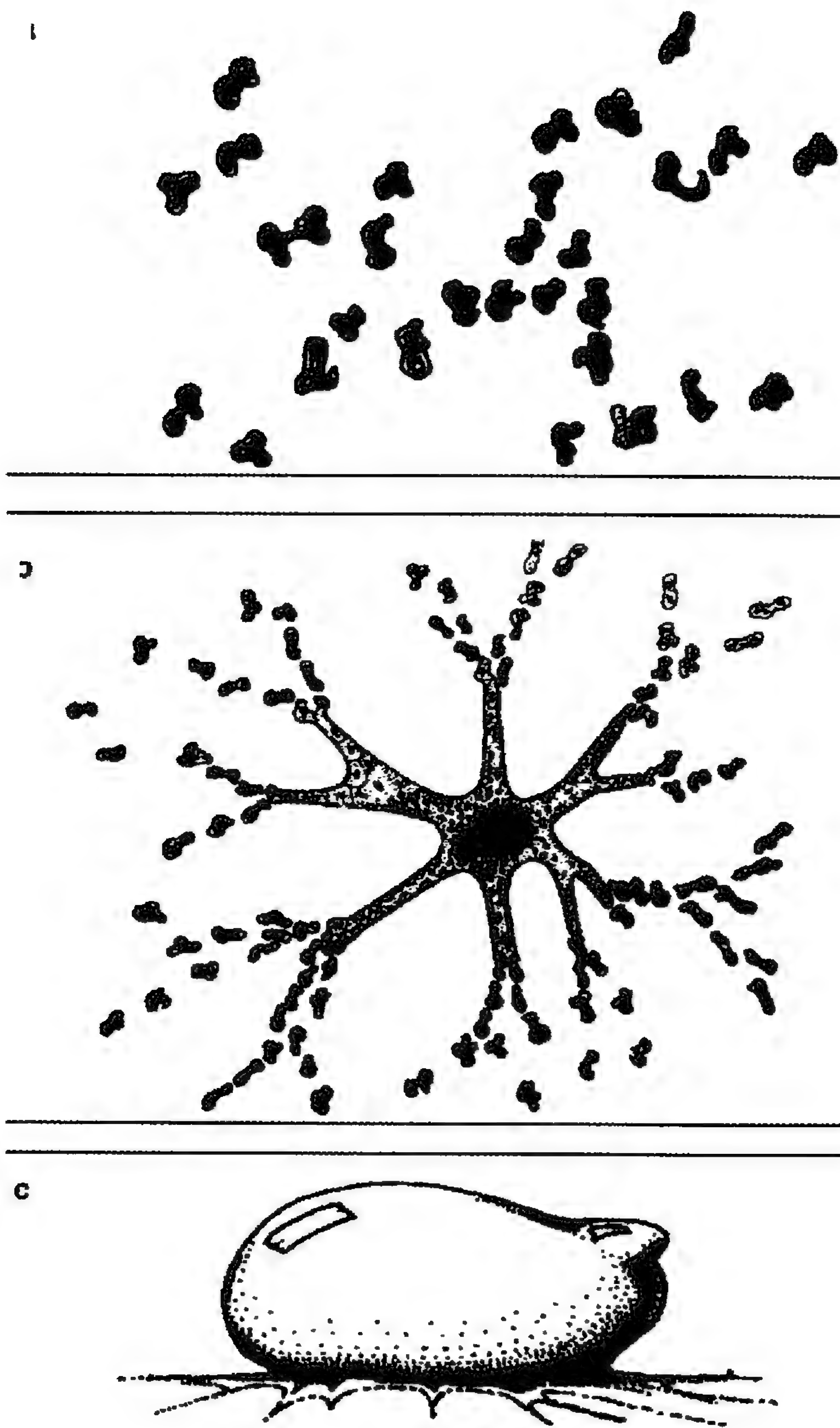
ما يحدث هو أن كل الخلايا فى ذلك المجتمع بالذات ، تنجذب إلى البؤرة العامة ، وبينما تزحف معا ، تتزاوج لتكون خيطا كثيفا من الخلايا التى تصبح منجذبة إلى الوسط . فحين تكتلت الكائنات معا ، كونت كتلة الخلايا جسما واحدا - انبثق من هذه المادة ، بينما كانت آخر الكائنات المتناثرة تتكتل معا - وكون كُرِيَّةً صغيرة من الحياة فى حجم يقارب حجم رأس عمود الثقاب ، نتيجة لهذا التجمع .

الآن ، وقد أصبحت هذه الكائنات الوحيدة الخلية مخلوقا عديد الخلايا ، فيبدأ فى الزحف . إذا وجدت أحد هذه المخلوقات تحت مجهرك فقد تراه ككائن عديد الخلايا يشبه كائنا رخويا ، وقد لا يربطها بخلايا الأميبات التى تعيش حرة والتى سبق أن رأيتهما ، وفى الحقيقة ، أعطيت مرحلة الإثمار اسما علميا فى كثير من هذه الأعفان المخاطية، فى حين أعطيت الخلايا الحرة اسما مختلفا اختلافا كليا ، وقد مرت حقبة عديدة قبل أن تكشف الدراسة المجدة أنه توجد مراحل مختلفة من نفس بورة الحياة ، فحين تصل هذه المخلوقات الرخوية إلى مكان مناسب تتوقف عن الحركة .

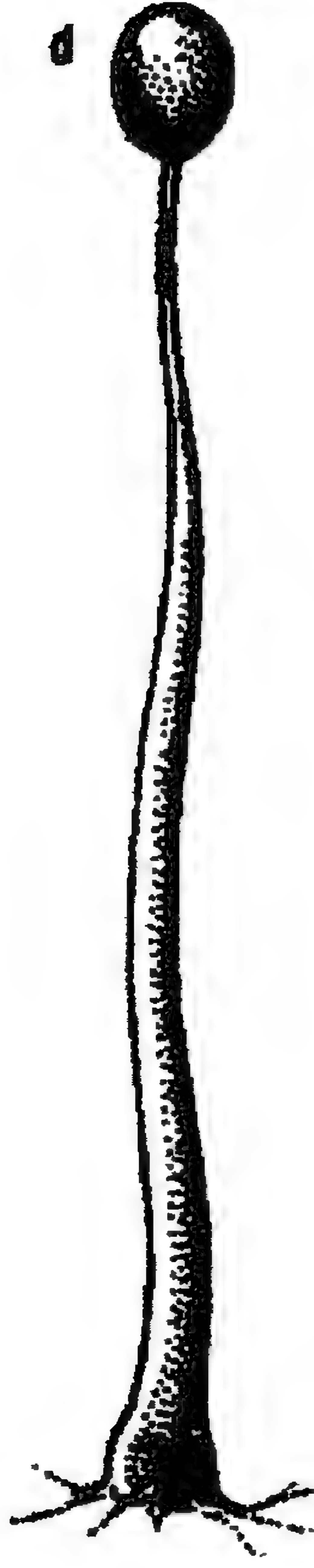
وتغير الكائنات سلوكها التساهمى للمرة الثانية ، ويبدأ الجسم الناتج عن التكاثر فى الحياة المكشوفة فى الهواء، مكونا برجاً تتسلق عليه خلايا الأميبات الصغيرة فوق بعضها ، وتنتشر فوق قمته لتكون تركيبا برجيا طوله حوالى عدة ملليمترات يشبه مدينة فضاء كروية مجهرية ، كما يبدو هذا التركيب الغض الرطب مثل دبوس دقيق، وبعد بعض عمليات التكاثر المعقدة التى لم تفهم بعد فهما كاملا، فتتحول الخلايا فى داخل الجدار الكروى من الجدر المتصلبة إلى جراثيم ، وحينئذ ينكسر الكيس الجرثومى وتنطلق الجراثيم بعيدا لتكون مستعمرة من مساحات جديدة من الغابة حيث تستقر على تربتها ، حيث يشكل هذا بورة حياة غير عادية ، ومن المهم ملاحظة أن هذه الأميبا لا ترتكب مثل هذا الخطأ من الالتحاق بأحد أفراد السلالات الأخرى أو الأنواع الشاذة ، فهى تملك القدرة على رفض كل الإشارات الأخرى من الميكروبات التى تكثر فى تربة الغابة ، وفى نهاية اليوم تتعرف على الخلايا التى تختارها للتعاون ، كخلايا مختلفة ومرغوبة ، من بين كل الخلايا الأخرى التى تقابلها ، وبالضبط كما فى حالة بناء قشرة تلك الفرطيسات (المتعضيات وحيدة الخلايا أو اللاخلوية) التى تزخر بطرز من السلوك يمكن مقارنتها فى العديد من

مسارات حياتنا ، ولذا ، فإن ظاهرة مجيء الخلايا المنفصلة لتتحد معا مكونة جسما واحدا توجد في مجموعات أخرى من الميكروبات ، فهناك بكتريا ترتبط ببعضها مكونة جسما واحدا بهذه الطريقة بالضبط ، وترسل البكتريا من جنس «كوندومايسيس» أيضا إشارات مشابهة ، وحين تكتشف البكتريا الصحيحة ، تبدأ في الهجرة في اتجاه بعضها لتكون مجموعة من الخلايا ، وينمو هذا الجسم المتكون فوق سطح التربة وينتج أكياسا جرثومية عند أطراف فروع خارجة من العمود المركزي الذي تنطلق منه الجراثيم الجافة . وتشكل مستعمرات البكتريا المتحركة بالتساوى أمرا مثيرا للفضول ، حيث إنها معروفة منذ حقبة عديدة ، ولكن المعروف عنها حتى الآن قليل ، فقد تحتوي مستعمرة كروية واحدة من هذه البكتريا بلايين الخلايا المنفصلة في الفضاء ، والتي يبلغ حجمها على سطح طبق الآجار مقدار رأس دبوس ، حيث ترحف كل المستعمرة، التي تتكون من خلايا بكتيرية منفصلة ، غير منتظمة في أى نوع من المصفوفات ، ولكنها تنمو معا وتتحرك مع بعضها ، بحيث تملك كل المستعمرة «حس الاتجاه» الخاص بها ، في حين تترك الكائنات العارضة خلفها لأن المستعمرة «الأم» ترحف عبر الطبق ، ولذا فقد ترى أين ذهبت تلك المستعمرة «الابنة» التي تبدأ التكون في صحوة الكتلة المتحركة . وتتحرك تلك المجموعة الكاملة المتباينة التي في حجم رأس عود الثقاب بنفسها ، حيث استخدم الباحثون بعضا كنماذج للخلايا البسيطة ويشيع منها «دايكتيستيليوم» في المعامل المعنية ببحوث السرطان. وأظن أنها يمكنها إخبارنا أكثر بكثير عن الطريقة التي تتصل بها كل الكائنات بصلة القرابة وكيف توصل لها المعلومات عن بعد.

ونحن أنفسنا نشترك مع الأميبا في هذه الخاصية ، فهي كرات الدم البيضاء ، فقد كانت تسمى «الخلايا الملتهمة» بعد أن فحصها العالم الروسى «إيليا ميتشنيكوف» (١٨٤٥-١٩١٦) ، فهذه الخلايا تلتهم البكتريا والأجسام الغريبة الأخرى في الدم ، وكان «إرنست هاكليل» (١٨٣٤-١٩١٩) أول من لاحظ تلك الخاصية فيها ذلك في ألمانيا .



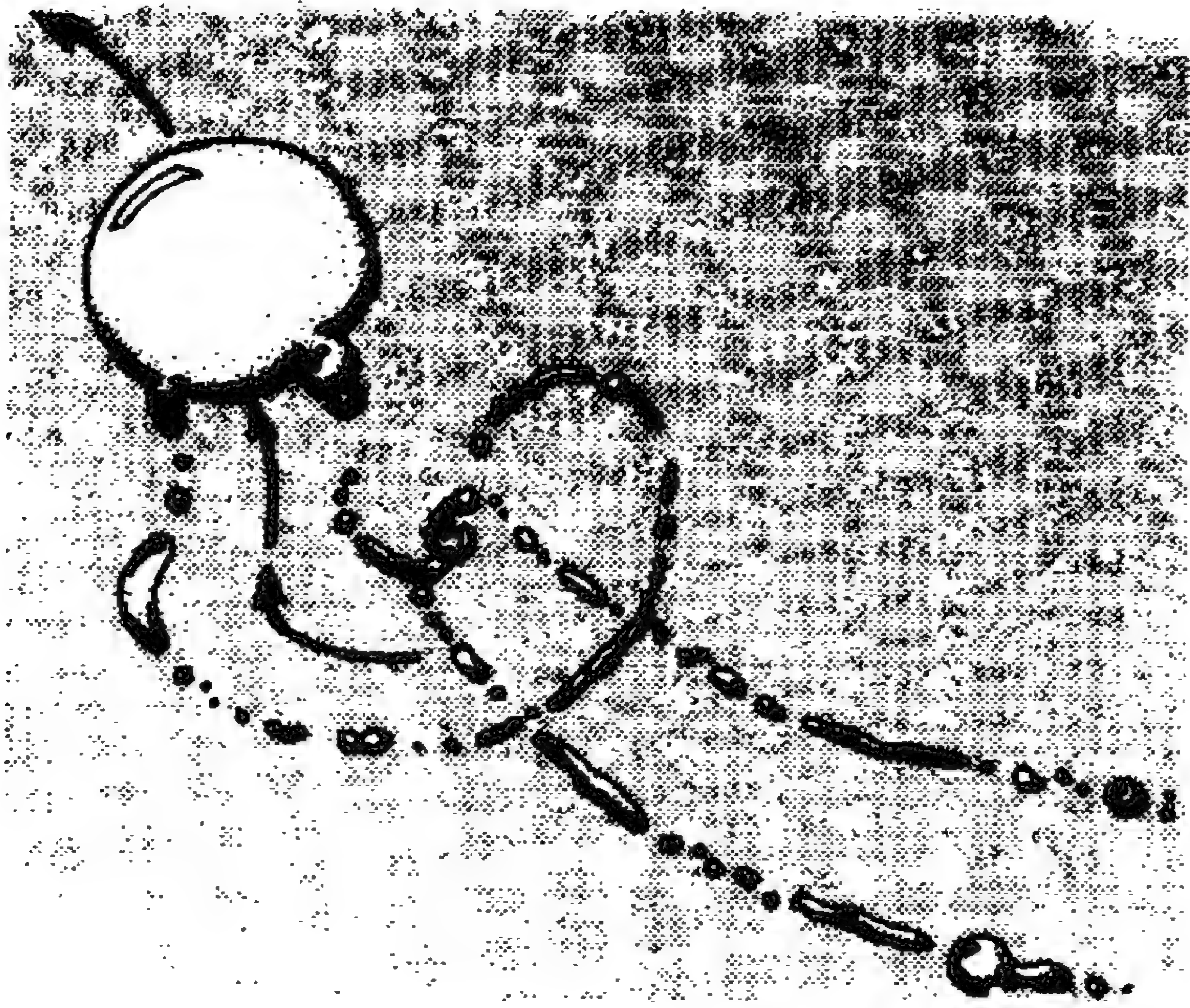
شكل (٤٢ - ا)



شكل (٤٢ ب)

حين تتحد الخلايا المنفصلة في خلية واحدة

توجد الخلايا الأميبية الخاصة بالعفن «اللزج» كخلايا منفردة (أ) حتى يحل الوقت لتكوين جرثومة ، وترسل إشارات بواسطة خلية قرب المركز تسحب كل الخلايا معا (ب) ، حيث تتكاث الخلايا مكونة كائنا يشبه حيوانا رخويا يزحف باحثا عن مكان مناسب لتكاثر (ج) ، ثم تزحف الخلايا واحدة فوق الأخرى لتكون كيسا جرثوميا تنطلق منه الجراثيم للمحافظة على بقاء هذا النوع .

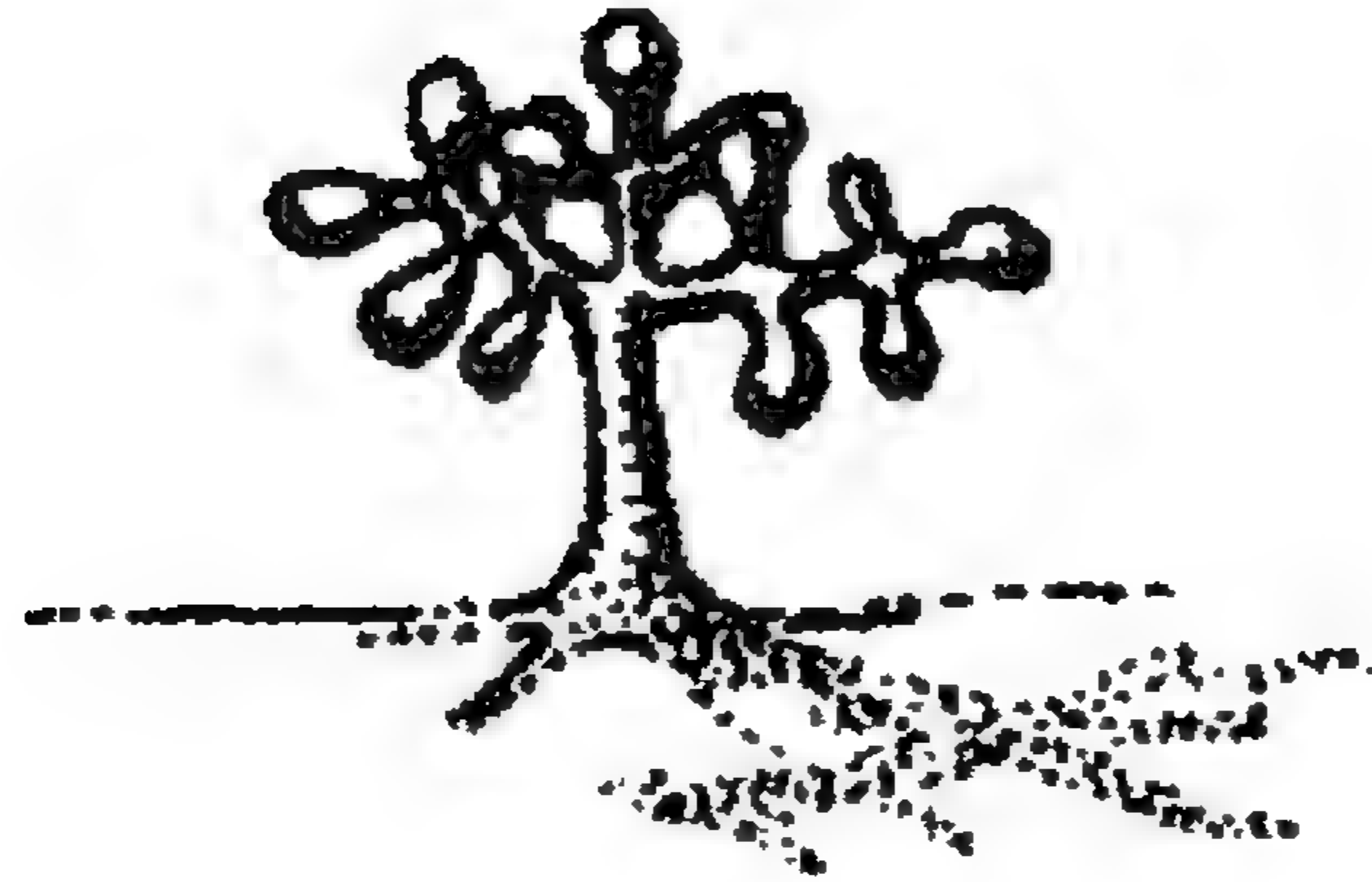


شكل (٤٢)

بكتيريا يمكنها تكوين مستعمرة

تكون بعض أنواع البكتيريا مستعمرات تتحرك كوحدة واحدة، وتنمو على طبق الآجار في المعمل، وتتحرك بنفسها مثل كائن منفرد، ومن حين لآخر ، تتحرر مجموعات من الخلايا من مستعمراتها الدقيقة، التي تسلك سلوك الكائنات البدائية ويمكنها أن تتحرك عبر السطح.

وتتصف هذه الخلايا بسييتوبلازم محبب ونواة مفصصة تبدو كما لو كانت مكونة من أقسام متميزة ، وقد أُلغى استعمال اسم «الخلايا الملتزمة» بين الحربين العالميتين ، وأصبحت معروفة بدلا من ذلك - بسبب مظهرها - باسم «الخلايا عديدة الأنوية المحببة» ، ولكن العلم يفضل عادة استخدام كلمات بسيطة للدلالة على مصطلحات معقدة، عن طريق مضاعفة الرقم أو المقطع ، وفي هذه الحالة كان التغيير من التسمية الأولى إلى الثانية تغييرا من كلمتين إلى أربع كلمات، مما يزيد عن المتوسط المعتاد ، وهكذا تُقضى لغة العلم ، الدخلاء عليها في هذا الشأن ، وفي معمل اليوم تسمى فقط «خلايا بيضاء» أو «كرات دموية بيضاء» .



شكل (٤٤)

بكتيريا مستقلة ذات تركيب متوحد الخلية

تسلك بعض البكتيريا سلوك الأعفان المخاطية التي تقضى حياتها كميكروبات مستقلة ، ولكنها تغير سلوكها عند مرحلة التكاثر الجنسي ، حين تنتج الجراثيم وتتكل الخلايا المنفصلة معا لتنتج كائنا واحدا يرتفع لأعلى فى الهواء ، وهنا نرى بداية اتحاد الكائنات المنفصلة مندمجة فى كائن واحد ، يمثل أصل الحياة عديدة الخلايا .

وفى الحقيقة، توجد طرز مختلفة منها، تتضمن «الخلايا القابلة للصبغ بالصبغات القاعدية» «والخلايا» القابلة للصبغ بصبغة الأيوسين» التي اكتسب أسماءها من انجذابها للصبغات المجهرية . هناك أيضا خلايا بيضاء أخرى تتضمن الخلايا وحيدة الخلية التي تشكل أكبر أحجام تلك الخلايا وكذلك الخلايا الليمفاوية (المتخصصة فى المناعة) التي تتضمن أصغر تلك الخلايا حجما وتشترك تلك الخلايا فى كونها حرة

الحركة ومستقلة السلوك ، فهي تبحث عن غزارة وأجسام غريبة وتفعل كل ما فى وسعها لتدميرها، فالخلايا الليمفاوية مدربة على تمييز الصديق من العدو فى الغدة التيموسية ، وهناك نظم أخرى داخل أجسامنا تحفظ الكرات البيضاء مدربة لطرد الدخلاء ، ولا توجد طريقة يمكنك بها أن تتحكم فى هذه الخلايا ، بالرغم من أنها جزء من جسمك ، فهي تعمل بالدفع، والدافع الذاتى ، ومستقلة استقلالاً كاملاً ، فلا تتأثر حيث انتقلت بالهرمونات، أو برسالة يرسلها عصب إليها ، وهى تملك قرارها فيما تقوم به من عمليات ولها علاقات مستقلة تماماً، ولكنها تعتبر من بين الخلايا المكونة للجسم الأدمى . وقد يكون هذا تذكيراً لنا بأننا لا نعدو أن نكون مجموعات من خلايا منفصلة تعمل معاً لإنتاج شخص. إذا اكتشفت الخلايا وجود أغراب ، فإنها تحاول التخلص منهم بالغريزة ، فهى لا تفر وتختبئ ، ولكن تكرر نفسها لتدمير الغريب حتى لو أدى ذلك إلى أن تضحي بنفسها فى هذه العملية، فالحرص على تدمير الغرباء غلاب ، حتى لو كان الجسم الغريب قد أدخل لصالح الكل ، مثلاً يحدث عن زراعة عضو - على سبيل المثال - حيث تهاجمه خلايا العائل البيضاء ، ما لم تكبح هذه الاستجابة المناعية ، ونفعل هذا فى بعض الأحيان باستخدام العقاقير ، فيمكننا أن نغلف خلايا العضو المانح بواسطة جينات معلمة تجعل هذا العضو يبدو كما لو كان «من نفس الجسم» لخلايا الجسم المستقبل للعضو. وخلاصة القول ، فإننا نكون قد خدعنا الخلايا الممنوحة بحيث تميز خلايا العضو المانح كخلايا «صديقة» وليست عدوة .

انتعشت آمال عظيمة ، فى كامبريدج بإنجلترا ، إزاء احتمال إمكان إحداث نقل الأعضاء من الخنازير إلى مريض فى حاجة إلى نقل هذا العضو، وكان ينبغى أن تحمل «جينات معلمة» من مريضهم ، وبذلك فقد يتم تمييز عضو منقول من خنزير إلى المستقبل الأدمى لهذا العضو «كعضو من نفس الجسم» بواسطة العائل الجديد» ، وقد ادعى أن هذا قد ينهى مشاكل رفض الأعضاء حيث ثارت الاعتراضات بسبب وجود فرصة لنقل الأمراض من الفيروسية التى اعتادت الخنازير أن تؤذيها ، كما قد تطلق العنان لمرض يصيب الأدميين . وقد تكون هذه عاقبة غير عادية لفعل طيب القصد ، ربما نستطيع أن نطلق العنان لوباء فيروسى كامن فى جينات خنزير من خلال نقل الأعضاء .

لا يدعم الدليل الذى بين أيدينا هذه الاحتمالات غير المستقرة ، فخلال ١٩٩٠-١٩٩٢ تم إعطاء عشرة مرضى بالسكر خلايا بديلة من «جزيرات لانجرهانز» من بنكرياس خنزير ، وتتكون هذه الجزيرات من غدد دقيقة فى البنكرياس وتفرز

الأنسولين ، وكان المأمول أن يؤدي استبدالها إلى مساعدة المرضى في الشفاء من إصابتهم بمرض السكر ، ومن المشوق أن عددا من هؤلاء المرضى أنتجوا أجساما مضادة للفيروسات التي تصيب الخنازير ، وهذا يعنى أنه توجد في الحقيقة فيروسات ذات تأثير ضعيف في أنسجة الخنزير، تفاعلت معها الخلايا الأدمية ، ولكن ، على أى حال لم يمرض أى من هؤلاء، ولذلك ، نحتاج إلى التأكد المطلق من عواقب ما نفعل قبل أن نبذل في شغل أنفسنا بغير طائل بنقل الأعضاء بين الأجناس المختلفة ، كما أننا نحتاج إلى الحرص بشأن القصص المفزعة التي لا أساس لها من الصحة . وتبقى هناك إمكانية أنه بكبح ميل الجسم لمهاجمة الخلايا التي تغزوه، فإنما ننشئ صعوبات مستقبلية لا يمكن التنبؤ بها .

يحدث التعقيد الذي تتميز به قدرة الخلية على مهاجمة الدخلاء أصدقاء في العالم الحيوانى ، فالطبيعة غنية بالصراعات والحروب الأهلية الجارية في المجتمعات الإنسانية التي تفسدنا كثيرا في العصر الحديث ، كما حدث في القرون الماضية . ويبدو أن الناس يواظبون على الابتهاج بمهاجمة بعضهم بعضا، كما يبدو أننا الآن نتقبل الصراع القبلى والعرقى كأمر عادى. توجد نظريات قليلة تفسر السبب فى أننا نبدو فى حالة حرب لا تنتهى ، لكن لا تتطابق هذه التفسيرات دائما مع الحقائق الواقعة فى الحياة . يقول المنظرون العسكريون أن المبالغة فى النزعة الإقليمية أو الميزة الاقتصادية هما السبب فى الصراع ، ولكن معظم أحداث الحرب القاسية لم تقع عندما كانت الميزة الإقليمية متوفرة بالضرورة ، فما نراه عبارة عن جيران ، وأناس من ثقافة متشابهة، يهاجم بعضها بعضا فى تشويه مدروس ، ولا أحد يرغب فى ادعاء أرض جديدة ، فلم نحصل إلا على تدمير طريقة للحياة وتشويه ما قد تم إنجازه وهى آلية من آليات الكراهية الغريزية للآخر ، والتي تتضمنها الثقافة الإنسانية، وهناك حالات يوجد فيها الرفض من هذا النوع - وهو مرادف للكراهية - بين مجتمعات الكائنات الحية ، ودعنا نحاول ترتيب هذه الأفكار ، ونتبين كيف يمكن لرفض «الغير» الكامن فى الأعماق «أن يفسر النزاع الإنسانى ويوفر كذلك آلة للنشوء حيث تتيح نظرية النشوء مساحة صالحة لقوى قاهرة تقوم بما يمكن أن يسمى «انتخاب ضد» بدلا من «انتخاب لأجل» ، وقد يوفر هذا العناصر الغائبة من نظريات النشوء التقليدية ، حيث يساء فهم موقف «شارلز داروين» على نطاق واسع، فقد أعلن بوليا عن ريادته كجد أعلى للرأى الذى كان يسود وقتئذ ، وعن الحاجة إلى أن يصبح المرء من أتباع «الداروينية» ، حيث لقي

هذا الاتجاه ترحيبا بلغ إلى حد أن أصبح فى الغالب نوعا من الدين ، يعتنقه بعض العلماء المحدثين كما لو كان مذهب «الداروينية» عقيدة ينبغى الإيمان بها ، فيأتى «النشوء الداروينى» كقاعدة لفلسفة علم الأحياء الحديث ، ويرمى هؤلاء العلماء زملاءهم الذين يشكون فى هذه القاعدة بأنهم هراطقة منشقون أو كفار ، حيث نجح داروين فى الإقناع بنظريته وجعلها شائعة ، ولكنه لم يكن الأصل فى نشأتها ، فلم توجد كلمة «نشوء» فى نص من نصوص كتاب «أصل الأنواع» الأصلى حتى الطبعة السادسة ، ولم يقدم مضمون هذا الكتاب إلى «جمعية لينين» بواسطة داروين وحده ، بل كان بحثا مشتركا مع ألفريد روسل رولاس «الذى كان بحثه المسمى «ميل الأصناف للتغير غير المحدود عن الطراز الأصلى» حاسما فى فهم النشوء». وفى نهاية ذلك العام ، لم يرحب التقرير السنوى عن أنشطة «جمعية لينين» (كما توقعت) بالبحث كعلامة طريق بارزة ، وبدلا من ذلك ذكر بقسوة أنه لم تكن هناك بحوث ذات أهمية كبرى خلال العام . وتوجد مدرسة فكرية تصر على انتماء «نظرية النشوء» إلى «والاس» بدلا من «داروين» وتصبح الحقيقة أسوأ عندما قرئ البحث المشترك بين «داروين» و «والاس» عن «الانتخاب الطبيعى» الذى نشر فى طبعة عمرها على الأقل ٢٠ سنة، فقد كانت هذه النظرية مفسرة فى كتاب صدر من قبل عن زراعة الأشجار ، مطبوع فى ١٨٢١ لمؤلفه «باتريك ماثيو» (١٧٩٠-١٨٧٤) وهو مربى فواكه اسكتلندى والذى أصبح معروفا جيدا لداروين ، فقد تضمن كتابه «الخشب وزراعة الأشجار» ملحقا عن الانتخاب الطبيعى حيث ذكر :

«يوجد قانون عام فى الطبيعة، يميل إلى منح كل كائن منتج أفضل إمكانية توافق ظروفه .. يبدو نوعه منتويا أن يعطى نموذجا للقوى الطبيعية والعقلية أو الغريزية يوصلها إلى أقصى ما يمكن من الإتقان .

ومضى ماثيو يقول :

«تملك الطبيعة فى كل تحويراتها للحياة، قوة الزيادة بأكثر مما يمكن أن يحتاج لإمداد المكان بما يسقط، وتلك الأفراد التى لا تملك القدرة والسرعة و «إذا طلبت طبعة أخرى من كتابى ، سوف أضمنها تنويعها بالتأثير السابق ، وواضح أن ذلك المفهوم كان ينمو على مساحة صغيرة من الوعي المعاصر قبل أن يكتب داروين كتابه . وفيما بعد غير داروين رأيه ، وكتب متراجعا عن رأيه السابق :

«حدس كاتب مغمور آرائى فضمنها فى كتابه عن أشجار الغابة» ، رغم أن تضمينها فى الفقرات المتناثرة من كتابه لم يكن ملحوظا من أحد، ومنذ ذلك الوقت ، لم يسمع أحد عن «ماثيو» بالرغم من أنه لا بد أن يكون قد أحدث تأثيرا على المجتمع المعاصر فى ذلك الوقت ، وكان السبب فى ذلك هو منع كتابه من الوجود فى مكتبات «بيرتشاير» . ويكشف «ماثيو» عن أن فكرة «الانتخاب الطبيعى» كانت قد بدأت تنمو مع مضى الوقت ، وذلك بعدة عقود سابقة على فكر «داروين»، فكتابات «ماثيو» كانت ثرية فى عرضها لأصدقاء الثقافة التقليدية المعاصرة فى ذلك الوقت ، إذ أنه حين عكس بوضوح وجهة النظر القائلة بأن تلك النظرية كانت ملائمة ، لسيادة الإمبراطورية البريطانية على العالم ، وكانت الفاشية أحد ميول «ماثيو» ، إذ أنه فى مؤلفه المعروف باسم «حقول الهجرة» فى ١٨٢٩ . أيد بوضوح «تقطيع» المستعمرات البريطانية إلى أروميات قليلة كما قد تفعل فى حالة «الأشجار المعيقة» وتراجع «ماثيو» عن وجهة نظره العرقية هذه فى أواسط سنوات عمره ، حيث كتب خطابا إلى «داروين» فى ١٨٦٢ أظهر فيه المدى الذى وصل إليه فى تراجعه ، وكتب فى الخطاب «أنا غير مقتنع ببقائى هنا لأفترس وأطأ زملائي من المخلوقات» وقد تمت طباعة الكتاب عن «الانتخاب الطبيعى» بمدة طويلة جدا سابقة لكتاب «أصل الأنواع» ، مما يجعل النظرية «الداروينية» تبدو متأخرة نسبيا، وأعتقد أن «داروين» كان يعكس الإجماع العلمى المتنامى حيث ساعد الوجود المسبق لمبادئ الانتخاب الطبيعى فى الضمير العام على نجاح كتابه من الناحية التجارية ، واليوم يقدس «الداروينيون» تأليفه الرائع ، وفى الحقيقة أن هذا التقديس أضعف حصافة البرامج التى بثت عن «تشارلز داروين» فى التلفزة البريطانية التى أذيعت فى ربيع ١٩٩٨ ، حيث ادعت «أن ذلك التقدم المعرفى المفاجئ الذى اتسم بالعقلانية والمنسوب إليه وصياغته لمصطلح (النشوء) ، أثر على كل شىء من السياسة إلى فن العمارة، حيث زعمت هذه البرامج أنه التقدم الأكبر الوحيد فى الفلسفة من عدة قرون ، حيث أنها قدمت النظرية القائلة بأن الإنسان سليل القردة كإلهام صاعق ، وأنا أقترح العكس – إذ كان داروين يعرض مفهوما قائما ، وأستطيع حتى أن أقتبس كلماته لأدعم بها هذه الهرطقة الظاهرة ، لأنه كتب فى المقدمة الخاصة بكتابه «أصل الإنسان» :

«ليست خلاصة أن الإنسان هو السليل المصاحب للأنواع الأخرى الأدنى منه والصور المنقرضة ، بجديدة على الإطلاق» .

وفى خضم ترحيبهم بتشارلز داروين واعتباره شيئاً قريباً من الألوهية ، فلم أر أبداً تلك الكلمات مقتبسة بواسطة الداروينيين المعاصرين . فهل يظهر هذا أن اسم «داروين» قد ارتبط خطأ بالانتخاب الطبيعي ؟ إذ أنه يوجد توصيف أقدم حتى من توصيف «ماثيو» ، جاء فيه أن : «الحيوان الأقوى والأنشط هو الذى ينبغى أن يقوم بإكثار النوع ، حتى يتحسن النوع نتيجة لذلك» ، فهذه هى «الداروينية محبوسة فى غلاف جوزة» ، وهذه كلمات «داروين» نفسه – بالرغم أنها ليست صادرة عنه بل من جده «إيراسموس» والمطبوع فى كتابه المعروف باسم «نواميس حياة الحيوان» الصادر فى ١٧٩٤ . وقد اعترف «تشارلز داروين» فيما بعد أنه قد قرأ ذلك الكتاب ، لكنه أقر بأنها كانت «أراء متشابهة» مع كتابات جده ، ولم ينتج عنها أى تأثير على ، وقد صاغ «إيراسموس داروين» بوضوح ذلك المفهوم عن «بقاء الأكثر ملائمة» قد تكون مثل هذه الأفكار قد شكلت جزءاً من أساس نظرية «ماثيو» ، التى اعترف بها أيضاً «تشارلز داروين» .

وفى الحقيقة ، فلم تقل أعمال «إيراسموس داروين» إلا قليلاً عن «أصل الأنواع» على الإطلاق ، وكان عمله منصبا على الضغوط التى تحافظ على اختلاف الأنواع ، ولكن التنوع هو اللحظة التى تصبح فيها الفروق بين نوع ونوعين تحته واضحة .

افرض مثلاً أنك كنت ستأخذ مجموعة أو مجتمعا أو حقلاً من الزبابات ذات الذيل متوسط الطول ، فهل كنت ستتركها فى الحقل وتعود إلى الوراثة مليون سنة ؟ قد يكون هذا ممكناً تماماً أنه حينئذ قد يتعين عليك أن يكون لديك نوعين من الزباب متميزين عن بعضهما : أحدهما قصير الذيل والآخر طويله ، وتم تصميم نموذج رياضى لإيضاح كيفية حدوث التنوع ، يتصف بأخدود ثلاثى الأبعاد ، مقسم إلى أخدودين فرعيين ، تجرى أسفلهما كريات صغيرة ، بعضها يذهب إلى أسفل الفرع الأيسر والبعض الآخر إلى الفرع الأيمن ، وهذا هو النموذج الاستعاضى الذى يوضح مثلاً لما يحدث حينما يصبح نوع واحد نوعين ، ولكن تبقى معنى الحقيقة – أنه بينما تجرى البلية أسفل التجويف – فإن التجويف والقسم الذى به ويقع فى مقدمة موضع الكريات المتدحرجة ، لا تبقى حتى الآن ، فالذى يبقى هو الكريات نفسها التى تشكل علامة متعجلة تسجل المعدل الذى يحدث به النشوء ، وهذا يفسر السبب فى أن الكرية تأتى فعلاً إلى ما نشخصه اليوم على أنه انقسام ثنائى ، فهل تبدأ الكرية الذهاب فى اتجاه اليسار أو اليمين ؟ فإذا كان الأخدود مبنيًا فمن السهل رؤية كيفية سلوك

الكريات ، ولكنها تبتكر عملية توليد مسار أخطودها ، ويشكل هذا الجبهة الأمامية للنشوء ، والتي يمكن ألا تحمل أى دلالة على أنها تعرف وجهتها .

دعنا نعود إلى زبابنا كنموذج تقليدى ، ونختبر ما يعنيه هذا ، فمن السهل جدا افتراض أن الزباب طويل الذيل مما يعنى أنها أعضاء في النوع متوسط طول الذيل ، ولكن ذيلها أطول قليلا من متوسط أطوال الذيول ، وقد يميل فى الحقيقة إلى تهجين أكثر ، عند إحدى نهايتى الحقل ، مع أفراد قصار الذيول يتم تهجينهم عند النهاية الأخرى، وهذا ما تعلمه «داروين» ، لأن الانفصال الجغرافى كان بالنسبة له واحدا من أكثر العوامل أهمية فى التصنيف المؤدى إلى التنوع . وإذا استبعدت الأنواع فحينئذ لن يكون الأفراد قادرين على التأقلم مع خبرات بيئية متباينة ، فيموتون بينما يزداد الآخرون ، فيمنحون بهذه الطريقة وقتا كافيا فى هاتين المنطقتين الجغرافيتين المنفصلتين ، فقد يكون لديك نوعين منفصلين ، ونادرا ما يوجد فى العالم الحقيقى انفصال جغرافى تتضح فيه هذه الظاهرة ، فكثير من الأنواع (مثل الفراشات التى تشكل نمودجا رئيسيا) نشأت فى اتجاهات متعددة بينما كانت تتواجد متعايشة مع بعضها فى سلام ، وبذلك علينا الآن أن ندرس السبب فى أن مجموعة أو كائنات - مثل زبابنا ذى الذيل المتوسط قد يصبح نوعين على الإطلاق ، وقد تخرج باستنتاج أن : حيوانات الزباب ذات الذيول الأطول قليلا تتزاوج مع بعضها ، وتفعل ذلك مع الحيوانات ذات الذيل الأقصر مما يؤدى فى نهاية مليون سنة إلى حصولنا على نوعين متميزين ، ويصلح هذا الاستنتاج فقط إذا استحضرت مفهوما جديدا ، بمعنى أنه ليست الحيوانات ذات الذيول الأطول فقط هى التى تتزاوج مع بعضها، ولكن تلك نوات الذيول الأطول لا تحب التزاوج مع نوات الذيول الأقصر ، فليست القضية خاصة بكائنات ترغب فى التزاوج الداخلى فى مجموعات فيما بينها، ولكنها خاصة بكائنات لا ترغب فى التزاوج مع أفراد المجموعات الأخرى. ويوجد مبدأ لدى الحيوانات الأرقى ، هو نشوء الرفض للآخرين ، فيوجد لدى الحيوانات الأرقى مبدأ الرفض لغير المشابهين . وقد نحتاج الآن إلى الحوار وإلى تحديد السبب الذى من أجله نحتاج له .

تحذف النظريات الخاصة بالنشوء ناحية بالغة الأهمية فى الانتخاب الجيسى ، رغم أن وجود انتخاب الأنثى لقرينها موثق بما فيه الكفاية ، وبالنسبة لتشارلز داروين وآخرين ، كان دائما ينظر إلى التزاوج كأداة للنشوء ، حيث تشكل طقوسه التى يمكن رؤيتها أحد الظواهر الرئيسية فى عالم الحيوان . وتلعب المغازلة فى الطيور بالذات ،

والتي أحيانا ما تتم بطريقة عجيبة ، والتي نراها على المستوى المجهرى - فى المتعضيات وحيدة الخلايا (الفرطيسات) - التي تنورحول بعضها عندما تقرر ما إذا كان القرين المتقدم إليها مناسباً أم لا. ونحن أنفسنا ننغمس فى طقوس الجماع ، بما فى ذلك صبغ شفاهنا ورموشنا وتعطير أجسامنا ، وفى ارتداء الثياب ودهان البشرة بالعمور ، وبينما ننغمس فى هذه الطقوس، نتقبلها بالطبع كأمر عادية ، بالرغم من أنها تعتبر عجيبة حين نفكر فيها بموضوعية . وإذا لم تكن طقوس التزاوج قائمة، فلم يكن يوجد مبرر لأن يخترع أحد الحاجة إليها ، فهى تبدو أنها حجر الزاوية الذى يرتكز عليه تقدم النشوء، حيث يشكل مفهوماً غامضاً عن الاختيار من الأنثى، فهذا الموضوع أخذ اهتماماً متنامياً مع مضي الوقت . ويبدو أن معنى الاختيار من قبل الأنثى، قد لاقى سوءاً فى الفهم، فنحن نظن أنه يعنى أن الأنثى تقوم بتمييز إيجابى يحابى شريكها المختار ، ولكن هذا لا يمكن أن يكون المفتاح، فهى فقط فى موقف تستخدم فيه هذا المعيار الإيجابى ، إذا كان قد سبق لها أن قامت بعدد من التقييمات السلبية ، فيمكن أن يكون اختيار القرين فعالاً إذا سبق للأنثى رفض مرشحين آخرين تقدموا لها .

إذا تقدم تسعة «خاطبين» لأنثى ، فلا يكفى القول بأنهم كلهم عرضوا أنفسهم ريثما وجدت منهم من برهن على استحقاقه للقبول، فهذا القول يصلح فقط إذا كان الذكور سوف يأتون لعرض أنفسهم على الأنثى ثم يبتعدون إذا لم يحدث قبول ، ولكن فى الحقيقة ، لا بد أن تقرر الأنثى بطريقة ما أنها لا تريد «الخاطبين» الآخرين المتاحين لها قبل أن تتمكن من الاختيار النهائى ، ويوجد لدينا نموذج واضح للحاجة إلى الرفض «للخاطب» غير اللائق . وهنا يثور اعتراض واضح على صحة هذا الافتراض، وهو تزاوج الذكور متعاقبين مع إحدى الإناث فى أنواع عديدة ، سواء رغبت هذه الأنثى أم لا . ولكن يوضح العمل الذى قام به «ويليام إبراهيم» فى أمريكا أن بعض آليات التحكم كامنة فى جسم الأنثى ، فى أنواع عديدة من الكائنات الأولية ، حيث تخزن الحيوانات المنوية من الذكور التى تعاقبت عليها ، ولكن هذه الأنثى تجرى اختباراً داخلياً للحيوان المنوى الذى يخصبها ، حيث تنتج مركبات «سيتوكينين» ، وهى كيماويات تعطى إشارة للخلايا لتوجهها إلى كيفية التعرف . وتحتوى بعض الأنواع على مسارات معقدة ومطولة لا بد أن تمر الخلايا بها ، وتستخدمها لفرز الحيوانات المنوية المرغوبة من غيرها . ويمكن للأنثى أن تستبين الجينات الخاصة بالجاذبية

الأنثوية أو بالذكورة وأن تنتخب الحيوانات المنوية التي تخصب بويضاتها ، وبذلك يتحكم اختيار الأنثى الذي تقوم به في النشوء نتيجة لذلك الاختبار ، فإذا كان رأى «إبرهارد» صحيحا ، فإن عددا من الآليات التي ذكرها يكون داخليا ومخفيا ، أى يكون بعيدا عن تدخل الذكر ولكننا يجب أن نحيط علما بالعمليات الكاملة التي يتضمنها الاختيار ، فليست القضية هي معرفة ما تحب ، ورفض ما تعتبره غريبا حتى لو كان أساسيا، وينبغي أن يحتل أولوية . ونحن نتعرف كآدميين على مجموعات غير متشابهة في حياتنا اليومية ، ويمكن تمييز هذه المجموعات بالملبس أو السلوك أو الحديث أو العبارات الودية . وهناك قليل من المتطرفين نوى الخسة المتكبين على التوافق العنصرى ، بالضبط كما لو كان يوجد قليل من المحافظين الذين يرتدون صنادل مفتوحة من الأمام وصديريات من جلد الثور ، وبالطبع كان أحد هؤلاء سياسيا من العمال، تحدث فى مأدبة عشاء رسمى فى لندن مرتديا حلة بنية اللون غير رسمية ، وكذلك طرد أحد الرسميين الحكوميين من عمله بسبب ارتدائه سروالا من قماش قطنى تعلوه صديرية من نفس القماش . وسوف يرد بأن «نحن لا نريد أن نرتدى حللا» ، ولكن السروال والصديرية من هذا القماش هي زى رجال الأعمال من اليافعين. ويشكل ميلنا للتجمع فى مجموعات أو عصابات أو قبائل لغزا محيرا ، وفى رأى أن أهم معالم ذلك الميل ، ليس جمع الأشخاص نوى العقول المتقاربة معا، بل الرفض لكل الأفراد التى تختلف عن المجموعة ، وتعكس العبارة الهامسة خلال زفير غاضب «قيادة نسائية للسيارة» و «تلاميذ و رؤوس فارغة» : السخرية التى تقال للاعتراض على هذا السلوك المتعمد ، حيث تنعكس الرغبة فى التميز من خلال الحديث كما فيه خلال الثياب . ويشكل التساؤل عن أسباب تباين اللغات واللهجات أحد الأسرار الخالدة ، لأن اللغة لها هدفان ، فهى تستعمل كوسيلة للاتصال الذى هو جزء من قيمتها، وكذلك فهى أكثر فائدة كدليل للجماعة ، وعلامة على الانتماء أو عدم الانتماء لها . وإذا كانت اللغة ستعتبر كوسيلة للاتصال بين المجتمعات الإنسانية ، فكان ينبغي أن يوجد ميل لمزج اللغات ببعضها ، ولكنها أصبحت - بدلا من ذلك - متزايدة الاختلاف على مدار القرون . وقد رأينا هذا فى زمننا الحالى ، فقد بدأ «الهيبيون» فى لندن خلال حقبة أو أكثر فى الثمانينات من القرن العشرين، فى نطق كلمات باللهجة الأمريكية تعنى التساؤل أو الموافقة أو كليهما ، كنوع من الهتافات التى تعبر عن ذهن غالب ، وفى نفس الوقت ، بدأ المراهقون فى لوس أنجلوس فى نطق حروف متحركة بلهجة إنجليزية مزيفة:

«مرحبا» ، وقد يقولونها لتحية بعضهم بعضا (ولمضايقة والديهم) ، وحيث نراقب هنا تطور اللغة ، نجد أن أعضاء المجموعة فقط هم الذين يتكلمون بهذه اللهجة ، وأما العلماء فيستعملون مصطلحات خاصة ، ونعتقد أن هذا يساعد كذلك في الاتصال . وفى الحقيقة ، أن هذا على العكس تماما ؛ فالمصطلحات العلمية مقصود بها تعويق فهم من هم خارج هذا المجال ، وكما كنت غالبا ألاحظ ، فى معامل تحليل الدم خلية دموية تعرف باسم «كرة الدم الحمراء» ، والتي تسمى روتينيا باسم «الخلايا الدموية الحمراء» ، وعلى أى حال ، فعندما يحضر أحد الغرباء عن المجال الطبى إلى المعمل يصبح اسمها «الخلايا الدموية الحمراء» مرة أخرى ، ويظل اسمها كذلك حتى يخرج «الغريب» . وهناك الغرض الأساسى للغة ، وهو تمييز مجموعة بخصوصية نوع من الاتصال ، وتكون مفاهيم تراكيب الحديث غير المألوفة للغير مكنوزة فى داخل من يتكلمونه ، ولكن يمكن قمعها بعنف من مجموعات حاكمة ذات ثقافة مختلفة تتطور اللغات فى اتجاهات مختلفة للحفاظ على الاتصال داخل المجموعة ، ولمنعها من الانتشار خارجها . ويمكننا أن نرى إلى أى مدى يمكن قمعها بالطريقة التى تستأصلها بها مجموعة حاكمة ، ففي عهدالجنرال «فرانكو» حظر التحدث باللغة «القطالانية» فى إسبانيا ، واعتبرت المطبوعات الصادرة بتلك اللغة المحترمة غير قانونية ، وأدى ذلك إلى وضع اليد على المجموعة الكاملة للأدب «القطالانى» ، كما منع استخدام لغة «الويلز» بواسطة الأطفال «الويلزيين» ، فى القرن التاسع عشر بواسطة معلميهم الذين كانوا يعاقبون من يستخدم تلك اللغة ، رغم تمكنها من ثقافة إنجلترا ، فكان أى طفل يسمع بأنه يستخدم اللغة «الويلزية» القديمة يعطى لعبة على شكل رمز ليحملها ، تسمى «لا للغة الويلزية» ، وكان على ذلك الطفل أن يناولها لأى طفل آخر يضبط متلبسا بالحديث بتلك اللغة ، وهكذا حتى نهاية اليوم حين لا يزال التلميذ يعاقب عن طريق حيازة اللعبة . تمثل اللغات مؤشرا ثقافيا ، ومعلما يشبه دخول خلية غريبة فى الجسم ، حيث ينظر إلى كون حظر لغة ما ، مهماً بدرجة كبيرة لاستئصال ثقافة هذه اللغة .

تفسر هذه الحقيقة السبب فى أن الجدل بشأن الولايات المتحدة الأوربية ليس بجديد ، فهناك اختلافات ثقافية ضخمة بين المدن المتجاورة ، مثلا بين نوتنجهام ودرى ، وبين برايتون وهوف وبين نيويورك وجيرسى ، وبين لوس أنجلوس وسان فرانسيسكو ، كما بين طوكيو وأوساكا ، فيوجد بالولايات المتحدة تماسك ملحوظ للثقافات ، رغم تعدد اللهجات وتباين أساليب الحياة من ولاية لأخرى ، رغم أن الأمريكين الحقيقيين هم نوو البشرة الحمراء النحاسية الذين تم عزلهم فى محميات خصصت لهذا الغرض ،

بينما نرى البيض من الأمريكيين فى أجهزة الإعلام وقد انحدروا من جذور ثقافات أوربية اختلطت لتنتج فهما جديدا يحتضن الجميع ، وليست أوربا هكذا ، فقد أمضى الأوربيون آلافا من السنين يطورون مختلف الثقافات ، بدلا من إحداث ثقافة تقليدية جديدة توحد بين أفراد جيل صاعد، وتمنح ظلال هذا السلوك حيوية للناس عبر ذلك الاغتصاب التاريخى للأرض ، والذي يشكل قهرا للاتساق بينهم، مما ينجم عنه مشاكل كبيرة، لا يتفهمها البيروقراطيون كثيرا ، فنحن نحتاج إلى الحفاوة بالثراء الثقافى والتنوع فى أوروبا ، بدلا من التصرف كما لو كان كل الأوربيين سواء .

وقد خدمت كرئيس لمنظمة «الكتاب الأوربيين» التى يقع مقرها فى «بروكسل» ، وفى الحقيقة عملت مع اللجنة ، وبالنسبة لى، كان الشئ الذى ميز صانعى القرار الأوربيين ، أنهم استحدثوا ثقافة كبيرة خاصة بهم ، وكذلك فإنه ليس من الرحمة فى شئ وصف الثقافة الخاصة بالنظرة الاستبطنية والأفق الضيق ، والإغراق فى بيروقراطية النصوص والحيل الإدارية، وحيثما يتجمعون ، فإنهم دائما يجتذبون الآخرين الذين يشبهونهم ، وعلى الرغم من أنهم يحكمون أوروبا ، فإنهم يتبنون موقفا عقليا شائعا وطريقة واحدة فى ارتداء الملابس ، تغفل بدرجة كبيرة الاختلاف الثقافى الذى تجده فى أوربا. ونعتقد أن الناس فى إسبانيا، يتحدثون باللغة الإسبانية ، وهذا ليس حقيقيا ، حيث أنهم يتحدثون بلغات قسطنطينية أو قسطنطينية أو صقلية أو بلغة الباسك ، حيث تتعدد أقسام «تحت اللغات» فى داخل تلك اللغات . نعتقد أن كل امرئ فى ألمانيا يتحدث الألمانية ، ولكن ليس كذلك، ففي منطقة السار توجد لغة تشبه قليلا اللغة التى يتحدث بها أهل لوكسمبورج مع الشماليين، وهناك حتى الونديين السلافيين قريبا من برلين ، حيث لا علاقة لألسنتهم باللغة الألمانية. ونجد أن لغة «بروفينس» صعبة على الفهم إذا كنت فى باريس ، و «برايتون» يعيش فى شمال - غربى فرنسا ، فهناك على الأقل ست لغات فى إنجلترا (الإنجليزية - الويلزية - المانكسية - النورماندية - الفرنسية فى جزر الشانيل ، والكورنيشية ، الآن فى تصاعد) .

وتتعدد الثقافات فى كل البلاد عبر كل أوربا ، حيث توجد اختلافات ثقافية معقدة يجدها الآخرون صعبة الفهم ، وينتمى كثير منهم إلى طريقة قديمة للحياة ، فتتغير اللهجات غالبا كما تتغير هندسة المناظر الطبيعية . وأحيانا تقارن هندسة مناظر أصعب بطريقة أصعب للكلام. ويؤسس الأساس الكلى الذى يعمل عليه الاتحاد الأوربى على أسطورة تشبه ملابس جديدة للإمبراطور. وحين بدأ البيروقراطيون فى استعراض

عضلاتهم فى بروكسل ، سعوا لاستحضار التماثل بين البلاد إلى أوربا ، وقد قدموا فعلا مقترحات بشأن المربى والسجق الأوربيان تنصب على كميات المكونات التى يحددها القانون ، ولكن أنواع السجق التى تؤكل فى مقاطعتى كامبريدج ولينكولن تحتوى على نبات «القصعين» ، فلا تتوقع فى العادة أن تشتري هذه الأنواع فى كل مكان فى بريطانيا ، كذلك تختلف أنواع السجق التى تؤكل فى جنوب ألمانيا (بافاريا) عن تلك التى يستمتعون بها فى شمالها (فرانكفورت) ، وكذلك خرج أهل بروكسل - حديثا - باللائحة التى تقضى بأن يحتفظ صنف الجبن «ستيلتون» باسمه ، حيث إن هذا الاسم منسوب إلى القرية الصغيرة المسماة بهذا الاسم ، بينما يبقى اسم «الشيدار» متحررا من التحكم، حيث أنه اسم معروف جيدا بوليا ، ويرتبط حقا بقرية «سومرست» التى تصنع جبن «الشيدار»! ، وكذلك فإن الحلوى المسماة «بودينج يوركشاير» يمكن صنعها فى أى دولة ، وهى تصنع فى الحقيقة غالبا فى مناطق غير «يوركشاير» ، فى حين أن اسم «الشامبانيا» يمكن إطلاقه لوصف نوع من النبيذ ينتج فى أى مكان خارج الحدود الضيقة للمنطقة التى تسمى بهذا الاسم فى فرنسا .

يشكل هذا كابوسا بيروقراطيا ، يخدم السياسيين الذين يعشقون ركوب سياراتهم المرسيديس ، ويعيدون مكالماتهم الهاتفية غير المحدودة ، يمكنهم دخول الشبكة الإعلامية، والذين أسعدهم جدا أن يتحكموا فى شئون الغير ، مما جلب التبعية لهم وولد نزواتهم التى قد تقضى باتخاذ القرارات عن طريق وحدات ثقافية فى داخل أوربا، متجاهلين مدى الاختلاف العقائدى بين الناس (وسأذكر مثالا لذلك فى حينه) ، ولكن تظهر على المدى القصير حقيقة ماهية «حيلة الثقة» فى هذه التبعية، حيث تستلزم نزوة التحكم الخضوع لسيطرة شئ أكبر، ويتعبير آخر ، فقد تكون القارة الأوربية هى التى تتيح لك اختلافاتك ، وبذلك يكون الأمر على العكس . فيجب أن يصر الأوربيون على أننا مختلفون من قبل ذلك الاتحاد ، وأن على الجهة التنفيذية فى بروكسل أن تشغل نفسها بحل بعض المشاكل الحقيقية التى نواجهها ، فإذا كان هذا يعنى استخراج جوازات السفر ، وقيود العملة ، والتحكم فى المتاجرة ، فليكن، كما أن هناك حكومات تخترع بموجب هذا الاتحاد، ولكن لا يوجد سبب حقيقى يمنعك من السفر حول العالم إذا رغبت فى ذلك متحررا من القيود البيروقراطية وكان المبدأ السويدي «حقوق الفرد» أفضل بكثير كمفهوم لحرية الحركة ، التى لا يقيدوها القانون بتنظيم معين، بل هى عادية ، وتمنع ملاك الأراضي من إبعاد الناس عن أراضيهم ، باستثناء المنطقة المحيطة

مباشرة بسكناهم، ولتقارن ذلك بالنظام فى إنجلترا أو أمريكا ، وحيث يمكن لمالك الأرض أن يوقفك إذا خطوت من خارج الممر المرسوم إلى داخل أرضه . وتشبه هذه العلامات السلوكية الطريقة التى نعيش بها .

يمكن للاختلافات السلوكية أن تسبب إزعاجا ، ودعنى أعطيك مثالا متخصصا، فأقدم لك ثلاث موائد طعام ، أولاها فى بوسطن بولاية ماساشوسيتس ، والثانية فى كامبريدج بإنجلترا ، والثالثة فى أبسالا بالسويد ، فإذا وضعت عشاء رسميا على المائدة فى كامبريدج وأضفت إليه علبا من الجعة، فقد يظن الناس أن ذلك تطرف فى الحط من قدر المدعويين ، حيث أنه كان ينبغى صب الجعة فى كؤوس بللورية أو - حتى أفضل فى أبريق دقيقة من القصدير ، ليكون نمط شربها متحضرا، كذلك يعتبر وضع علب اللبن على المائدة غير لائق ، حيث ينبغى صبه فى إناء من الخزف العظمى (شبه الشفاف) ثم توزيعه بإتقان (قبل الشاى ، ولكن بعد القهوة ، حسب الطريقة التقليدية). والآن دعنا ننتقل إلى بوسطن بولاية ماساشوسيتس ، فهناك إذا قمت بصب الجعة فى إبريق أو كأس ، فسوف تفضح نفسك بوصفك همجيا وخارجا عن الحدود . فكل من فى أمريكا يشرب الجعة مباشرة من العلبة ، لأن هذه هى الطريقة المعتادة لشربها .

والحقيقة ، فإن الناس الذين زرتهم فى أمريكا يميلون إلى إبطال تلك العادة بعد أن أوضحت لهم ميل الطلاب إلى التبول على علب الخضر الموضوعة فى المجالات بالأسواق ، وكذلك الرذاذ غير المرئى المتراكم والمتجمد من الناس الذين يسعلون أثناء مرورهم، وعلى أثر هذا الإيضاح أصبحوا يميلون إلى الارتداد لصب الجعة فى كوب، والأكثر من ذلك ، أنهم بدأوا فى وضع علب اللبن من الورق المقوى على المائدة فى بوسطن ، وقد لا يلقى هذا قبولا من البعض قائلين : «هذه حفلة عشاء رسمية !فلتبق علبة اللبن تلك وتصبها فى إبريق» .

والآن نظير عبر العالم إلى «أبسالا» بالسويد، حيث يتشابه السويدي مع الإسكندنافيين الآخرين ، فى الوله باستهلاك عديد من صور الألبان والمنتجات المتخمرة التى تم تطويرها عبر القرون ، وأحدها هى «اللبن الخيطى» الذى يحتوى على مستعمرات نامية من البكتريا العقدية (ستربتو كوكاس) . ويأتى اللبن فى علب الورق المقوى ، ويبدو مثل البلغم، فهو بلغم أبيض لبنى ، ولكن البلغم لا يقتصر على ذلك ، فهناك أنواع أخرى من منتجات اللبن المتخمر (اليوجورت) الغروية (الجلوتينية) ، وهكذا

تجد دائما في السويد علب اللبن المصنوعة من الورق المقوى، ليس فقط لوضعها على المائدة ، ولكنها توضع عليها بكل توقيير وفي موضع التكريم، ومع ذلك يعتبر شربها في العلبة على مائدة العشاء عادة تدل على سوء الأدب والتخلف وغير صحية في نفس البلد، وقد يكون من الشيق أن نعرف أن النمط السلوكي في بريطانيا يستتكر على الإطلاق - وضع علب الصفيح أو الورق المقوى على المائدة، ويقال في السويد إنه لا غبار على شرب اللبن من علبة من الورق المقوى ، حيث إن ذلك يعتبر طبيعيا ، ولكنه بشرط ألا يكون ذلك من علبة صفيحية ، إلا أنك في بوسطن يمكن إخبارك بأن علبة جعة من الصفيح أكثر الأشياء تحضرا في العالم ، ولكنك لا ترى علبة لبن من الورق المقوى على مائدة معدة لمناسبة رسمية .

تدل هذه الفروق السلوكية الدقيقة على تقاليد مقبولة في السلوك ، وحتى الاختلافات الطفيفة عن النمط المعتاد يمكن أن تسبب سخط أحد ممن تعودوا على طريقة مختلفة للسلوك ، وهناك بلاد ينبغي عليك فيها أن تحافظ على نفس الطبق على تتابع أصناف الطعام ، ولكن توقع سكاكين جديدة ، يحدد نوعها أين تضعها ، ولكن ثقافات تغير الأطباق التي تتغير هي والسكاكين مع تقديم الوجبة . ولا يؤدي الإهمال في ملاحظة النمط السلوكي على المائدة إلى دفع المرء بأنه أجنبي على النمط فقط ولكنه يسبب أيضا قلقا فطريا، تحافظ الثقافات على تميزها برفض أنماط السلوك التي لا تناسرها .

يفسر ذلك أن السبب في اشتعال الحروب القبلية بين القبائل البدائية بين مجموعات نعتبرها غريبة عنا ، حيث يبدو مشابها تماما لمثل ذلك الاختلاف في نمط السلوك ، فلم يكن إشعال الحرب لمجرد الإحساس بالرغبة في الحفاظ على أرضهم ، أو لأنهم عادة ما يأخذون الغنائم ثم يعودون إلى بيوتهم حين الانتهاء من ذلك ، ولم يكن الانتصار لمجرد الحصول على الأرض ، ولكن لاستعباد الناس واغتصابهم والتمثيل بهم وأكل لحومهم والعودة إلى البيت آخذين معهم كبد أو فروة رأس الضحية . صاغ كونراد لويتز مفهوم «الجنس البشري» كفرد مقاتل ، حيث درس الطريقة التي تحفز بها الأوزات على السير خلفه ، حيث تميل أفراخ الأوز حديثة الفقس إلى تحديد ما تراه من المظاهر الخارجية بعد فترة قصيرة من الفقس مباشرة ، فهناك مرحلة حرجة لهذه «الظاهرة الدامغة» كما نسميها الآن يتم خلالها تملك الفرخ الصغير لآليات التعرف على «الأم» بحيث تكون جاهزة للتوصيل أو البرمجة ، وهذا صحيح في الأجناس الأخرى غير الأوز - ويشكل هذا السبب في أهزوجة الحضانة ، التي تقول «حينما كان لمارى حمل صغير ، تبعها إلى المدرسة» ، فلا بد لنا من أن نختبر طبيعة هذا التعلم

عند مستواه الغريزي ، ونطرح الفكرة الخاصة بالقدرة الوراثية التي تبقى كامنة حتى تتحقق من خلال برمجتها بالممارسة الفعلية .

قد نشرت حديثا نتائج بعض البحوث في أوهايو حيث أظهرت كيفية إظهار الانجذاب غير العادي من نحل العسل إلى أخواتها ، فإذا خلطت عددا من شغالات النحل في مجتمعات مختلفة ، ومن مجتمعات نحل في خلايا مختلفة ، فإنها سرعان ما تقرر نفسها إلى جماعات تنتسب لبعضها . وقد يجد شخص متعود على تصنيف الحشرات عن طريق تتابع جيناتها أنه من الصعب جدا أن يصنف مستوى التباعد بينها ، إلا أن النحل تقوم بذلك بمنتهى الدقة ، فهي لا تختار نوعها بمجرد علامات جاذبة موجبة ، أو بعشيرتها التي تنتمي إليها ، لأن هذا يتحتم أن يكون تأثيرا ثانويا ، فالذي يجب أن يأتي أولا هو الرفض ، أو التعرف على «غير المنتمي» إلى العشيرة ، من الشغالات اللاتي قدمن من قبل . وتبقى النحلة متاحة للشريك الذي ستختاره ، أو للمجموعة التي ستتنضم إليها في آخر الأمر عن طريق صلاحيتها لرفض النحل الغريب الذي سبق أن تقابلت معه ، وهنا يوجد مثل آخر لوجود النزعة الفطرية للرفض .

أظهرت نتائج بحث آخر قام به «ميشيل كلاريدج» في جامعة «كارديف» كيفية إخبار نطاطات الأوراق الأندونيسية غير المطابقة لها في النوع بالابتعاد ، رغم تماثلهما في الشكل الظاهري تحت العدسة ، بحيث يستحيل التفريق بينهما ، فإذا فحصت صور المجهر الإلكتروني بدقة، فلربما أمكنك أن تلاحظ الفرق بين هذين النوعين ، ولكن حتى لعيون الموهوبين ، ونوى الخبرة يستحيل التمييز بين هذين النوعين ، فهما يوجدان في مناطق مختلفة من إندونيسيا ، وحين كتب «داروين» عن مثل هذه الظواهر استخلص أن السبب هو أن هذا النوع لم يحدث به تهجين من نوع آخر ، حيث أنه كان متميزا ، ولأن أفرادهم كانوا يعيشون في منطقة يصعب فيها تزاوج نوع آخر معهم ، ولكن حيث إن تطور الزراعة قد جلب معه تكتيفها إلى إندونيسيا فقد تداخلت المناطق الجغرافية التي يوجد فيها هذان النوعان مما نتج عنه تطابق النوعين في الشكل الخارجي حيث أنهما يتعايشان على نفس الكساء الخضري في إندونيسيا ، ولكنهما لا يتزاوجان ، ورغم ذلك، فإذا جمعتهم في زجاجات صغيرة بالمعمل ، فمن المحتمل أن يحدث تزاوج بينهما بسبب الحبس والتقريب بينهما ، وهما لا يتزاوجان في الغالب ، ولكن أحيانا يحدث ذلك ، وهنا يثور تساؤل، عن كيفية التمييز بينهما وكيف يمكن القول بأنهما نوعان مختلفان ؟ وتكمن إجابة هذا التساؤل في طريقة نداءاتهم للتزاوج ، فإذا حصلت على

بصمة صوت لنداء التزاوج الخاص بهذه الحشرات ، فسوف تجد أن أحد النوعين يحدث صوت النداء الخاص به من طرف أحد جناحيه ، بينما النوع الآخر يحدث الصوت الخاص به من طرف الجناح الآخر . فهما يطلقان الصرصرة الحادة الخاصة بكل منهما على أنصال أوراق الحشائش بترددات وتوقيات مختلفة تختلف بين النوعين ، فتميز كل منهما عن الآخر، وتميز نطاقات الأوراق المنتشرة في أى مكان آخر - أسفل أنصال أوراق الحشائش - التى تحس بهذه الذبذبة تنتقل بسرعة على طول النصل وتتعرف على ما إذا كانت من نوعه أم من نوع مختلف ، فإذا انتقلت إشارة الصوت الغريب إلى أسفل النصل ، فيتم للحشرة التحقق من أن ذلك هو صوت حشرة النوع الآخر فترفض الفرصة المتاحة لها فى التزاوج معها ، ولكن حيثما يمكن تشجيع حشرات النوعين المختلفين على التزاوج معا عند حبسهما معا فى حيز محدود ، فإن نسلهما الهجين يصدر مجالا من الذبذبة الصوتية تكون وسطا بين الذبذبات الصوتية لكل من النوعين المختلفين ، حيث تقع فى المنتصف بينهما ، وبالتالي فيمكن عن طريق جمع النطاقات فى البرية ووضعهم فى غرفة صغيرة لقياس الصوت، يسهل جدا التمييز بين نوع (أ) وآخر (ب) وهجين ، فالهجن لم توجد قط فى الطبيعة . وهنا أيضا يتحتم علينا أن نذكر مثالا من الآلية التى أفترضها للرفض ، فنطاط الأوراق يجلس على ورقته يتوق إلى التزاوج ، حين تأتى الإشارة الخطأ إليه فى أسفل ورقة الحشيشة ، وبذلك ، فحتى فى تلك المجتمعات الجاهزة للتزاوج ، يوجد مؤشر واضح على أنها ترفض الإشارات المرسلة من ثقافة غريبة عنها .

توجد أهمية كبيرة لدراسة الاستجابات المتعلمة المشفرة كمعايير لآليات الانتقاء، التى تمكننا من انتقاء الأشياء التى نحبها والتى لا بد كذلك (والأكثر أهمية من هذا) أن تكون الاستجابات مشفرة للأشياء التى نرفضها، وعلى سبيل المثال ، فقد ناقش بحث فى مجلة «الطبيعة» ظاهرة طول المهاز فى طيور «التدرج» ، حيث يكون طول المهاز «فى ذكور تلك الطيور إشارة واضحة تتعرف عليها الأنثى من نفس النوع لتدلها عليه إذا ما كانت ترغب فى التزاوج معه ، والأكثر أهمية إذا كانت لا ترغب فى التزاوج من ذكر بعينه من نوعها . وقد أثار هذا البحث استجابات حساسة أولها وجهة النظر التى مؤداها أن التفسير الكلاسيكى للانتخاب «الداروينى» يتنبأ بأن خصائص الجاذبية الجنسية التى تعجل بنجاح التزاوج قد تؤثر على بقاء الذكور على قيد الحياة، وثانيها أنه إذا كانت المهاميز مفيدة لهذه الدرجة لذكور «التدرج»، فلماذا لا تزداد أطوالها بسرعة فى ذلك النوع - أو قد أضيف ، فى الذكور من كل الأنواع الأخرى كذلك ؟

فلماذا إذن يغيب هذا التزيين فى الإناث ؟ فكانت هناك وجهة للنظر تقول بأنه لا يوجد تباين وراثى إضافى لصفة المهاميز الطويلة ، ولكن تفسيراً أبسط وأحدث قدم فى هذا البحث ، مؤداه أن طول المهماز هو خاصية تعتمد على الظروف ، وبعبارة أخرى فإنه ينبغى على أنثى طائر «التدرج» أن تتعلم التعرف على الهدف كمؤشر هام ، ومن هذا استخلص السبب فى انتخاب الإناث للمهमाز الطويل، غالباً مثلما يميز الأسلوب الخاص بهنود «الموهيكان» الحمر (فى ولاية كونكتيكوت) فى قص الشعر ثقافتهم السائدة بينهم .

تتطابق هذه الأمثلة مع النظرية العامة التى أقدمها هنا، والتى تفيد بأن الانتخاب يحدث من خلال رفض الشريك (غير المرغوب) ، ومن المهم دائماً تذكر أن الأنثى لا تختار بصفة إيجابية مجرد ذكر قابل للحياة ، ولكنها يجب أن تتضمن آليات فطرية متأصلة لرفض الأفراد «غير المرغوبين» ، إذ أن الاختيار لـ... «يمكن أن يوجد فقط فى حالة» اختيار متعدد» حيث يوجد «الاختيار ضد» ، وفى الحياة العملية، يكون افتراق «الأضداد» مزماً ويجب أن تعرف الأنثى أنه فى خلال رفضها للتزاوج مع الذكور القليلين الذين يأتون ، فإنها تحفظ نفسها لواحد سوف تتعرف عليه بإيجابية كشريك تزاوج قابل للحياة. كنا فى الماضى قد استرحنا إلى الظاهرة الثانية ، ولكن الاستجابة الإيجابية يمكنها فقط أن تبقى إذا كانت الصفات الفطرية المتأصلة للرفض قد استعملت مبكراً فى تلك العملية .

وغالباً ما نهمل أهمية التعلم، رغم أننا نستجيب للمدخلات التى نتعلمها فى كل مرحلة من الحياة ، وفى كل لحظة من لحظات التطور التى تتكيف بما نمارسه من خبرات، فلدينا نظم معقدة للتصحيح من أجل المدخلات ذات القيمة القليلة ، بالرغم من طاقتها العظيمة ، فنحن نفتقر إلى رؤية الطريقة التى بها يمكن التغيير فى حياتنا ، والتى يمكن بها تطويع مواقفنا حسبما نستجيب للمفاجآت الجديدة التى تظهر ، فهذه القدرة التى تنتشر على نطاق واسع خلال ممالك الحياة - غائبة - فى كثير من الحالات ، كنظام آلى ، وإذا تم تعلمها لمرة واحدة تحولت إلى نموذج تقليدى للتفكير الآلى : فالانعكاس اللاإرادى مثل تطريف العين حين تصوب إليها ضربة، وهذه استجابة لمنبه، اختيار بواسطة معيار غريزى ومصمم ليحمى الفرد ، وتفسر مثل هذه الخاصية بنظرية النشوء . حيث تتضمن ربود الفعل المنعكس الغريزية التى لها جنور قد تستجيب لتغير الظروف - مثل الاستجابة للحرب أو للطيران ، بما يتضمن زيادة سرعة النبض ، وتعاضم سرعة الدورة الدموية خلال المجهود، الذى هو أيضاً استجابة لا شعورية منظمة ، ولكن هناك شفرات أخرى يجب علينا تعلمها لربطها مع الظرف ، وقد سماها «بافلوف» «الانعكاسات اللاإرادية

الشرطية» ، حيث توجد بصفة دورية تنتظر لربطها بالتجريب ، إذا رغبت. ويحتاج هذا المجال إلى إجراء بحث موثق ، وحتى عندما يكتمل تأسيس مفهوم «الانعكاسات اللاإرادية الشرطية» ، فهناك دائما إمكانية في إعادة أو لتحويل الكتابة . ينظر إلى السلوك الجنسي في الأدميين كثابت ، ولكن في الحقيقة يمكن تعلم المناطق الحساسة والسلوك المثير للشهوة الجنسية ، على مدار سنوات ، حيث يمكن للمعوقين نتيجة مجموعة من الحواس أن يتعلموا جديدا من هذه الظواهر ، يمكن إعادة تخزين حاسة واحدة من خلال التوسط لتخزين الأخرى . وفي التجارب الأصلية التي أجراها «بافلوف» تم تعليم الكلاب ربط رنين الجرس بحضور الطعام ، ثم حين رن الجرس ولم يحضر الطعام، كان لعاب الكلاب يسيل ، وهذا بديع : فهذه التجربة تعلمناها في المدرسة ، ولكنها كانت هامة بالنسبة لي حينما كنت في هذه المدرسة ، حيث سألت نفسي سؤالا ، ماذا عن افتراض أن الجرس الذي سمعته الكلاب كان مختلفا؟ أو ماذا لو كان الصوت تسجيلا لصوت نفس الجرس ؟ ولكن بذبذبة مرتفعة - كأن تكون سرعة الشريط قد زادت قليلا ؟ أو افرض أن الصوت عبارة عن رنين كهربائي متقطع بدلا من رنة واحدة قصيرة . افرض أنه قد سمعت مجرد ضغطة نفس الجرس ؟ فإلى أى مدى يمكن للمرء أن يتخلص من «المنبه الشرطي» بينما يظل محتفظا بالاستجابة ؟ وعلى قدر ما أعى فلم تجر بحوث على هذه النقطة .

وعادة نطلق طوال الوقت مسميات تدل على فروق عامة ، ونادرا ما نتروي في الحكم. وطبقا لخبرتنا، فقد يقول أحد الناس «آه، أنا أكره لحم الفخذ من الخنزير» ، بالرغم من أنها قد تشبه لحم الخراف المقلب أو اللسان ، بلونها القرنفلي وقوامها، وعلى الرغم من ذلك أيضا فقد يحبون لحم الأجزاء الأخرى من الخنزير الذي هو في الحقيقة لحم خنزير (ولكن بدون مادة النيتريت الحافظة) ، وهكذا ، بالرغم من اختلاف اللون ، يظل نفس اللحم ، وبعبارة أخرى، فليس من الصحيح القول بأن منبهاً ما ، يثير استجابة متخصصة. فإلى أى مدى ينبغي عليك الانتقال من ذلك الحافز لتجد أن التوصيل لا يزال يحفز الاستجابة الشرطية .

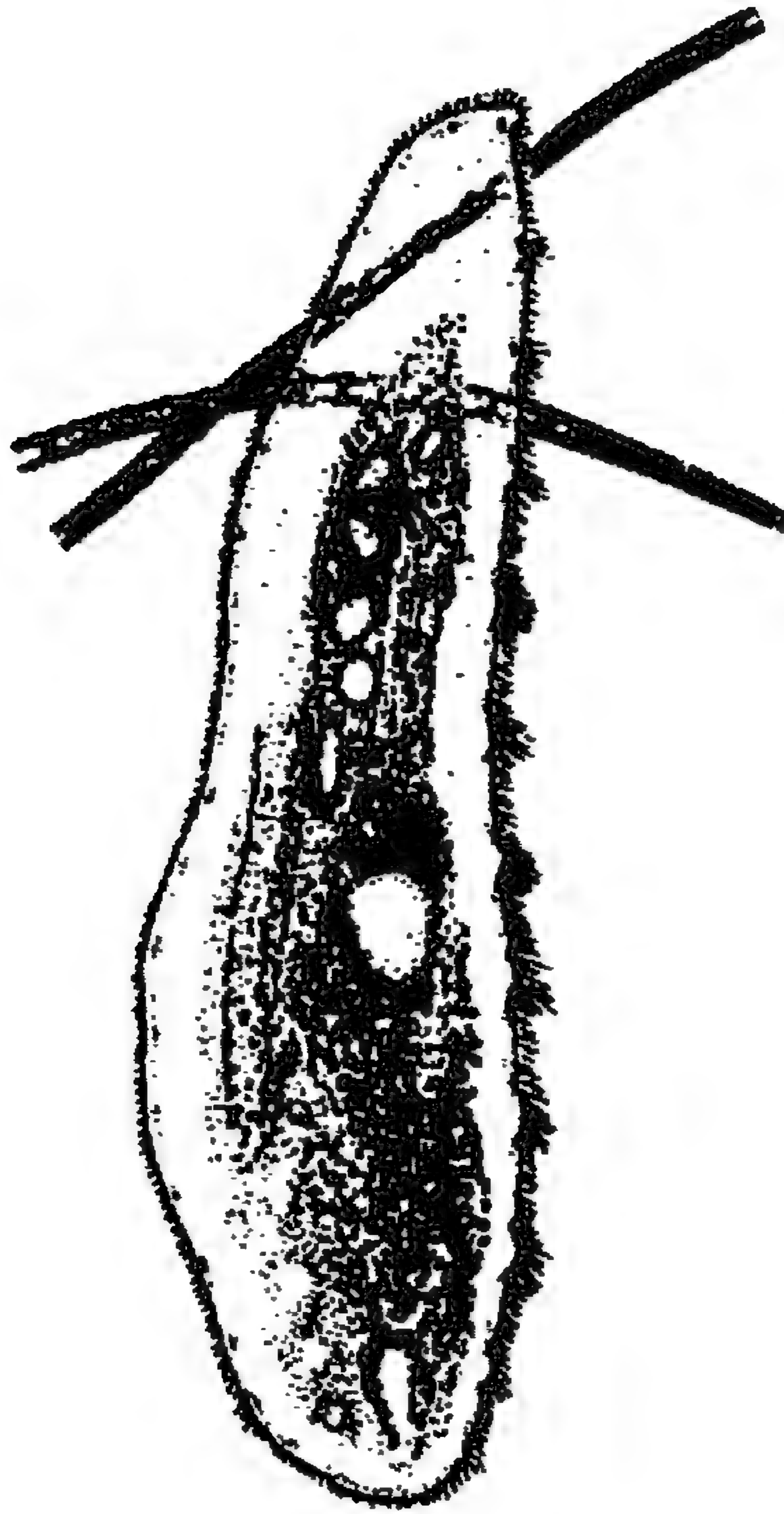
يتصف هذا المجال بأنه كبير وطافح بالجهل وغنى بالموضوعات التي تحتاج إلى بحث ، حيث يمكن أن تظهر أن رد الفعل المنعكس قد لا يكون «ردا» حقيقيا على الإطلاق ، ولكنه «انفعال» متعلم ، حيث يفترض أن الاستجابات المعلمة للحالات قد لا تكون قابلة للتعلم ، أو حتى لإعادة التعلم. كما أنه إذا كان ذلك ممكنا ، فقد يكون الأمر هو أنه يمكننا أن نفسر كيف يمكن أن يكون قد أعيدت برمجة الرفض الغريزي في حالات الخوف ، بدلا من اكتساب الأفراد - نوى الخوف من العناكب - الخوف منها حتى يبدأون في حبها، فقد يكون من

الأفضل لهذا البدء تحويل الصورة بلطف ، حتى تصل إلى شيء يشبه نملة عملاقة التي - بالرغم من مشابهتها للعناكب في الشكل الظاهري - فهي لم تسبب الرفض البالغ من الخوف. وأظن أنه بتصور المدى الذي يمكن أن نذهب إليه من المنبه الذي يسبب الرفض لشيء مشابه ولكنه مختلف ، نستطيع أن نحصل على عينة لمجال جديد في علم النفس البشرى .

يمثل حقل التعرف على الميكروبات مجالا مثيرا ، ونعلم الآن كمية شاسعة عن كيفية أداء الخلية الوحيدة ، فنحن نفهم الكيمياء الحيوية للخلية الوحيدة ، ولكن من أجل كل هذا ، فإن ما نعلمه أقل بكثير عن كيف تعمل خليتان ، فيكون فهم الآليات الخاصة بخلية وحيدة أسهل بالمقارنة، وكما في النموذج الخاص بصانع الساعات الأعمى ، فهي حالة من حالات فحص تروس جهاز ما ، ومحاولة رؤية كيفية تعشيقها معا . وأكثر ما نشبه به علم البيولوجيا الجزيئية، النظر إلى الترانزيستورات في مذياع وتخمين كيفية عملها ، فالهم ليس في ترانزيستورات المذياع، بل البرامج ، وليس الساعة بل الوقت . ولا تشكل معرفة كيفية عمل الخلية المشكلة - فنحن نحتاج إلى معرفة كيفية عمل الخلايا معا ، فهي تحتوى على آليات داخلية تمكنها من التعرف على بعضها وتمييز سلالة خلايا من أخرى ، فهي ترسل إشارات لبعضها مستخدمة أكسيد النيتروز (غاز نعرفه أفضل باستخدامه في عمل القشدة المخفوقة ، والرذاذ الضبابى (الإيروسول) ، والغاز الضاحك المستخدم لتخفيف آلام الولادة . وتمكننا أحدث التقنيات المجهرية من رؤية الدفاعات ونفثات وموجات الكالسيوم التي تجرى في الخلايا كأحد صور اللغة ، وقد سبق أن بدأنا في تعريف بعض الإشارات الكيماوية التي تستخدمها البكتريات في الاتصال ببعضها .

يمكن لخلية وحيدة أن تتوقف فجأة عن السباحة وتذهب للبحث عن رفيق تزواج ، ومثال ذلك حيوان «البراميسيوم» الذي يمد أهدابه المتقنة الصنع لرعى البكتريات، حيث يتغذى عليها، فإذا صادف رفيقا مناسباً للتزاوج ، إذا كان ذلك في الموسم الصحيح ، فإن كلا من الخليتين تبدآن الالتفاف حول بعضهما وبينما تواصلان السباحة، تفتش كل منهما الأخرى بحثا عن إشارات معينة، وغالبا ما تنفصلان بعد ذلك وتواصلان الرعى ، ولكن إذا توافقتا تقتربان من بعضهما ، وتلتحمان وتمارسان الجنس لممارسة الجنس ، ولكنها لا تزال تحاول ممارسته . يشبه الكائن الرقيق المسطح المعروف باسم «لوكسو فيلليم» والذي يعيش في الماء العذب ، لها طافيا يبلغ طوله بين طرفيه أقل من عشر المليمتر ، ومغطى بأهداف متحركة ، وهو شفاف ورقيق جدا في السمك ، ويشبه على الأكثر قطعة من غشاء بروتوبلازمي يظهر داخله فجوات الطعام وتركيب شديد التعقيد ، وهذا الكائن يعرف توجهاته ، وعلى حين فجأة يتوقف عن التغذية ويبحث عن

رفيق يقترب منه من الجانب السفوى للخلايا ، ويلتحم الاثنان معا كزوج ، ثم يندمجان ويتبادلان النوى فى عناق ميكروبى ، فهل نستنتج أنهما يستمتعان بالاتحاد الجنسى ؟ يستحيل ألا تستمتع الميكروبات بالجنس ، لأنه إذا لم تكن كذلك ، فلم تتعانق؟ ضع فى اعتبارك أنها تتجول ، وتتغذى ، وتختار ما ترغب فى استهلاكه ، ويقدر ما تأكل تسرع فى النمو والتكاثر . ويعتبر توقفها عن التغذية والبحث عن رفيق تزاوج مقاطعة مؤقتا عملية النمو ، ولذلك فعلى مستوى الخلية ، لا بد لمثل هذه المتعضيات الهدبية أن تفضل قليلا من الرفقة لمجرد التغذية - وهو ما نجده منعكسا ، كما أظن على سلوكنا الإنسانى .



شكل (٤٥)

صفحة صغيرة من الحياة: خلية وحيدة ذات حياة جنسية نشطة

هذا الميكروب المائى المسمى «لوكسوفيلليم» هو عبارة عن متعض شفاف يتغذى على البكتريا ، وهو أحد الكائنات الحرة المعيشة ، التى تساعد فى تنقية المياه، ومن حين لا تلتقى خليتان ، فإذا اتفقا فى الحس بعد فحصهما لبعضهما فإنهما يندمجان فى فعل تكاثر جنسى، ينتج عنه زيجوت ينتج مستعمرة جديدة من الكائنات .

يعتبر التمييز بين «نفس النوع» و «النوع الآخر» والاستئصال الكلى للنوع الآخر أساسيا على المستوى الخلوى ، بحيث إن هذه الاستجابة تحدث صداها فى سلوك الكائنات التى تكون بدورها مكونة من مثل هذه الخلايا مما يترتب عليه إمكانية التفسير المضبوط لسبب شعور مجموعات الأدميين بالإجبار على مهاجمة بعضهم البعض . من الجدير بالذكر أن أكثر النضال الإنسانى كرها وترويعا يحدث بين مجموعات أشخاص شديدة التشابه ، فخلال أزمة إيرلندا الشمالية رأينا المسيحى يشن حربا لا رحمة فيها ضد المسيحى ، فقد يكونون كاثوليكين أو بروتستانتين، ولكن إذا كان لديك مراقب غير متحيز من عالم آخر ، فقد يعود لمنزله بعد فترة يقضيها فى شمال إيرلندا ويكتب فى تقريره أن كلا من جانبي الصراع يعتنقان نفس الديانة . وبدل المزيد من الاستفسار، قد يصر مراقبك على أنك يمكنك بصعوبة أن تجد اختلافا واحدا - فيما عدا أن إحدى المجموعتين تدين بولائها إلى الكنيسة فى روما ، بينما تدين المجموعة الأخرى لأحد ما فى كنيسة كانتربرى. ومهما يكن الأمر، فالمراقبات المتدينة كانت متشابهة والطقوس متقاربة جدا لدرجة أنه يبدو من المستحيل أن تغييرا طفيفا يمكن أن يحدث أى فرق على الإطلاق . وبالرغم من ذلك، فقد قاد البحث فى الذوق داخل ذلك المجتمع محاولات متبادلة أثيمة للتدمير. ورأينا فى لبنان كيف شن «الشيعة» الحرب على «السنين» رغم أن كليهما مسلم . تعايشت مجتمعات المسيحيين والمسلمين دائما فى سلام وتبادلوا المنافع، وفجأة، حينما أعطى الفلسطينيون المطرودين من وطنهم ملجأ فى لبنان ، اختفى التقبل والاحترام المتبادل بين أتباع كل من الديانتين ، وبدلا منهما نشب قتال بينهما . وكذلك تتعايش مجتمعات مشابهة فى المغرب مكتفية بنفسها مسالمة ، وقد تعايشت هذه الثقافات رغم اختلافها فى لبنان . وكذلك يوجد مثال يوضح الصراع الذى ينشب بين مذاهب الديانات فى جزر جيلبرت والليس فى المحيط الباسيفيكي ، فحتى ذلك التاريخ الذى استعمرها فيه الأوربيون ، كان سكان هذا الأرخبيل يتعايشون فى سلام نسبي ، فقام الأوربيون بإدخال الانشقاق الدينى بين الميثودية والكاثوليكية الرومانية ، ومنذ ذلك الوقت أحس سكان كل من جزيرتى الأرخبيل بالعداوة لبعضهما ، وبذلك انقسم سكان الأرخبيل إلى معسكرين متعادين .

يعود علينا النفع الأكبر من تشكيل سلوكنا خلال تفاعل الخلايا الوحيدة ، إذ أنه يفسر من أين أتت جنور هذه الكراهية المرعبة ، فأغلب أحداث الحرب المدنية التى

ترتكب بدون قلب ، لا علاقة لها بتعظيم الإقليمية، فقد انفجر العنف فى لوس إنجليس بعد محاكمة «رودنى كنج» على سبيل المثال ، وهى حالة مثالية لدراسة ما أراه صراعا ثقافيا، فلا أحد أراد أن يغزو وطن أحد آخر ، وإنما أرادوا أن يعبروا عن كراهيتهم لثقافة المجموعة الأخرى - و «الكراهية» هى الاسم للظاهرة . فى القصف المكثف لسرايفو، فلا أحد أراد أن يحتل الأرض ، ولكن ببساطة أراد أن يضرب الناس المختلفين بقسوة، وحين حدثت المذابح فى كوسوفو ، كان ما رأيناه هو كراهية غريزية للثقافة الألبانية من جيرانهم ، وهناك مجتمعان يحملان اسم «مقدونيا» وقد تتخيل أنهما يرغبان فى الاتحاد - ولكن لا ، فإن أحدهما - يحمل ولاء لليونان ، والآخر يعلن الاستقلال، فهناك قطيعة بين الاثنين . ولدنا فى أوربا مجموعتان عرقيتان انكرت عليهما الأرض التى يمكن أن يسمونها وطنهم، وهم الباسك المقسمين بين إسبانيا وفرنسا، وكذلك الحال بالنسبة للأكراد المعاقبين من تركيا وإيران ، وكلهم يشعرون بأنهم مبعدون ومقهورون ، فالأمم التى يعيشون فيها تعبر لهم عن رفضها الغريزى لهم ولا يمكنها حتى تخيل إيجاد وطن منفصل لهم، وتبعاً لذلك ، نجد أنفسنا نواجه بظاهرة «التطهير العرقى» ، وهو تعبير بغيض يبدو كما لو كان يختزل رغبة مجتمع إنسانى فى قطع دابر مجتمع آخر ، ويأتى «التطهير العرقى» قريبا من «الإبادة الجماعية ولا بد أن نحكم قبضتنا على الحقيقة القائلة بأن البشر لديهم القوة لفهم هذه الآليات، ومن المهم لنوع ذكى مثل نوعنا ، أن نفهم الفوارق المميزة بين الثقافات وأن نتقبلها ، لأننا إذا فهمنا جنور هذه المشاعر الخاصة بالصراع ، يمكننا فى النهاية أن نتقبل الطرق المؤدية لإبعادها إلى الأبد .

فهل يعنى هذا أن الوحدة الاقتصادية بين دول أوربا لا يمكنها أن تقوم ؟ بالطبع يمكن أن تتقارب شعوبها من بعضها أكثر، ولكننى أشك فيما إذا كان الإجماع على عملة موحدة يجعل للوحدة معنى أكثر فى الوقت الحاضر ، فيما يختص بالصكوك المصرفية (الشيكات) والموازنات التى يستخدمها الاقتصاد الوطنى فى كل من بلاد أوربا، لأنها مختلفة جدا. نفرض رسوما جمركية بالجنيهات على زجاجة مشروب كحولى، بينما يفرضها بالبنسات (الملايم) بعض جيراننا ، مما يصعب توحيد الرسوم الجمركية بصورة منطقية ، وكذلك تتباين قوانين العرض والطلب تباينا كبيرا من أمة لأخرى ، بحيث تحتاج إلى التوفيق بينها أولا. يجب أن نسمح بتوفيق أوضاع نظمنا الرسمية (مثل السنة المالية وغيره) ببطء، وحينئذ يمكن أن يتبع توحيد العملة ثبات فى

علاقة الدول ببعضها ؛ وبطبيعة الحال ، سوف ينبثق توحيد العملة بناء على الخطوات السابقة .

والسؤال الذى يطرح نفسه هنا هو هل يمكننا أن نجد نموذجا حيويا يكشف لنا سبب التصميم على عملة موحدة ؟ أظن أننا نستطيع ذلك، فالعملة الأوروبية الموحدة كانت أصلا ستسمى ، كما لو كانت تسمية مكونة من أوائل حروف كلمات قسميت أولا «إيكو» وقام الفرنسيون بالترويج لها، بأسلوب - يبدو لأى شخص متمكن من الطريقة التى تحب الكائنات أن تستخدم بها علامات خارجية أنهم يخفون أمرا ما . وكان من الواضح بالتأكيد ، أن هذا المصطلح «أكرونيم» كان لوحد العملة الأوروبية ، وكان يمكن أن يكون ترتيب أوائل الحروف فى تلك الكلمة مختلفا لو كان المصطلح باللغة الفرنسية ، فلو كان كذلك ، لكنا قد وجهنا بمصطلح مختلف فى ترتيب الحروف ، ولكن بالتأكيد ليس «إيكو»، فللفرنسيين سوابق فى فرض علامة مميزة لموضوع ذى أهمية دولية ، وذلك حين إتمام تصميم الكونكورد بالاشتراك مع البريطانيين، حيث أمر الفرنسيون أرابوا أن تقترن فكرة «الإيكو» بهم بصفقتها نابعة منهم فتكون علامة ثقافية مميزة لهم فى العالم .

وعلى الرغم من أن شيئا لم يُقل فى هذا الصدد ، فقد كان «الإيكو» يعتبر عملة فرنسية تقليدية . وكان الإيكو الحقيقى (هذه المرة كلمة واحدة وليست جمعا لحروف أوائل كلمات) عملة معدنية فضية قيمتها ستة جنيهات إنجليزية ، تم إنتاجها خلال ١٧٩٢-١٧٩٣ ويبلغ قطرها ٣٩ ملليمترا (١.٥ بوصة) . وتعنى كلمة «إيكو» الدرع، لكنها سرعان ما طورتها اللغة الدارجة الفرنسية إلى كلمة «كاش» بدسها فى اللغة الأوروبية ، وجعلتها تبدو جديدة وغير تابعة للفرنسية ، فكان الفرنسيون يسجلون انتصارهم بهذا على خصومهم القدامى . وقد اقترحت ذات مرة أننا يمكننا أن نستخدم اسما مختلفا ، يعتبره كل رجل إنجليزى وامرأة إنجليزية ، عزيزا عليه ، وظننت أنه من الممكن تسمية «الدليل الخماسى العالمى للتسمية» ويجب أن تكون هناك حروف أوائل كلمات ، فى مكان ما ، حيث يعتبر موضوع العملة الموحدة عميقا ومثيرا للعاطفة ، وغالبا ما يؤخذ هذا الموضوع كعلامة على الكبرياء الشخصى والسيادة . ولكن بأى معنى عملى كلما قل عدد العملات الأوروبية كلما كان ذلك أفضل ، ويحسن بنا أن نتقبل النصيحة بأن نستهدف عولة النقد ونعمل بها ، حيث يمكن لذلك أن يوفر الوقت والمشاحنة والانشقاق والبيروقراطية

ويقل الأخطاء ، ويقطع الحواجز ، و (أفضل من كل ما سبق) ، يزيل الحرص على الكسب بالجملة - بلا عقل - والذي يتسم به المضاربون الذين يسودون الأسواق العالمية .

من الناحية العملية توجد آثار سلبية لهذه الفكرة ، ففي أوروبا ، بخلاف أمريكا تتباين التقاليد التجارية بدرجة كبيرة من ولاية لأخرى ، وهناك أمم مثل بريطانيا ، يكون فيها من العادى أن تقتنى منزلا ، وبعض الأمم (مثل ألمانيا) تدفع معاشا مرتفعا للمتقاعدين ، فى حين حكومات أخرى (مثل بريطانيا) تقدم لهم معاشا أقل بكثير . وسوف يكون لعملة موحدة، محكومة بفائدة متفق عليها دوليا، تأثيرات مختلفة جدا على الأمم المختلفة فى ثقافتها الرسمية والاستثمارية .

تعكس قوة العملة أيضا حالة القوة السياسية . فالاسم الذى تحمله العملة يمثل رمزا للحاكم، بينما التافهون وأصحاب محال الصرافة يعملون فى التحويلات من عملة لأخرى ، بما يمثل شريحة كبيرة من شرائح السوق .

إزاء إعادة تسمية وحدة النقد الجديدة (وشكرا لمن قاموا بهذا) ، وسوف تتخذ قاعدتها فى ألمانيا ، وينبغي أن ينظر إليها بوصفها معلما من معالم ثقافة الأمة ، وكان الهدف من اختيار ألمانيا استخدام القوة العسكرية كوسيلة لإخضاع أوروبا وإدخال السيطرة الاقتصادية عليها ، وفى هذه الأزمئة الأكثر استنارة تم حل الصراع من خلال هذه الطريقة ، ولحسن الحظ، بدون المزيد من الصراع العسكرى . وطفة القومية الفرنسية ، وتعظيم الذات لفرنسا على السطح مرة أخرى حين أصدر «اليورو» عام ١٩٩٨ ، وبناء على معاهدة «ماستريخت» أمام البنك الأوروبى ، فلا بد من تحديد فترة ثمانى سنوات . وقد اتفقت الأمم الأوربية - ما عدا فرنسا- على اختيار «ويم نويزبرج» الرئيس السابق للبنك الوطنى الهولندى، وأما الفرنسيين الذين شعروا بهجوم خفى منذ عجزت لغتهم عن اللحاق باللغة الدولية ، سواء الأكاديمية أو التى تستلزمها إدارة الأعمال ، وكانوا قد تقدموا بترشيح مواطنهم «جين كلود تيشيت» ، رئيس البنك الوطنى الفرنسى ، وبدا الفرنسيون كما لو كانوا قد جمدوا أمام طريق مسدود لأن تعيين «تيشيت» لم يكن ليحظى بموافقة الأعضاء الآخرين فى الاتحاد الأوروبى . خلال هذا ، كان الحل هو أن يختار «نويزبرج» أن يتنحى عن منصبه بعد أول أربع سنوات ، وأن يشغل ذلك المنصب «تيشيت» للأربع سنوات التالية ، وبالرغم

أن هذا يبدو هزيمة لمعاهدة «ماستريخت» ، فقد تم التتويه بأن هذا الترتيب كان تطوعيا ، ولذلك بقيت الاحتياجات القانونية للمعاهدة (نظرية) وغير منتهكة، ومثلما حدث من الفرنسيين من مشاكل في هجاء الكلمة «كونكورد» وفي قصة العملة «إيكو» ومثل هذا الحل الاضطرارى الذى اتخذته أمة لتتحايل به على مواجهة قانون المعاهدة والتصويت الإجماعى بالموافقة عليه يشكلان مغزى واضحا . وبالرغم من ذلك ، فإن ما يميز الفرنسيين من الخارج هو مرة أخرى تنفيذ لموضوع ظاهرى تقوم به دولة محايدة . ويشعر الفرنسيون بأنهم وضعوا بصمتهم، مثلما تؤثر أدوات الوسم الخارجى على الخلايا الحية، أو القطط التى ترش بعطر مميز ، ليعلم منطقة جديدة ، وهذا هو تفسير سلوكهم .

يمكن للجينات فى داخل الخلايا أن تكون شفرة للسماة التى تسمح لها بالتعرف على أحدها الآخر ، وتميز «نفس النوع» من «النوع الآخر» ، ولكن حين تخطئ جينات التعرف ، تحدث أمراض فقد المناعة، حيث إن الأمراض القاتلة يمكن أن تلى فشل خلايا الجسم فى التعرف على بعضها، فيتم التعرف عليها كما لو كانت الخلايا من «نفس النوع» خلايا «نوع آخر»، وبذلك يصبح فهم أكثر الأمراض الإنسانية المربعة أسهل حينما ينظر إليها كانعكاس للطريقة التى تسلك بها تلك الخلايا الوحيدة ، وفى الحقيقة، لسنا أكثر من مستعمرات من أشياء حية وحيدة ومستقلة . ويشبه الصراع الأبدى فى داخل المجتمع الإنسانى ما يحدث بين الخلايا فى أجسامنا شبيها عجيبا، حيث يعتمد الحفاظ على صحتنا على جهازنا المناعى ، فصعودا من أبسط صور الحياة ، نجد أن للخلايا الوحيدة قدرة فطرية على التعرف على الخلايا من «نفس النوع» ورفض «النوع الآخر» ، فإذا كنت تعاني من بقعة فى يدك، فإن الخلايا البيضاء ستحيط بها وفى الوقت نفسه ستذهب بعيدا . ولكن إذا كانت مشكلتك ليست فى لطخة ، ولكن فى نقل كلية إليك ، فسوف تنتبه باستجابة كل جهاز المناعة لتعمل ضد هذه الكلية الأجنبية وتدمرها . ويشكل التعرف على «نفس النوع» وعلى «النوع الآخر» أحد أهم صفات الخلايا الحية ، وأعتقد أن ذلك يتجلى فى الطريقة التى تتفاعل بها مع بعضنا ، فالجينات تكون الواسمات لمعالم هوية خلايانا ، بالضبط، كما تحب الكلاب أن تقتفى أثر بعضها بواسطة الرائحة ، وتكون بنفسها علامات مميزة خاصة بها كوسيلة لتحديد الهوية ، ويمثل هذا بالضبط نفس الغرض من إصدار عملة موحدة أو كلمة موحدة

بولية فى منطقة أخرى ، وسوف تكشف دراسة الطريقة التى تتعامل بها الخلايا عن مصدر القوة وراء علم الحياة (البيولوجيا) الاجتماعى . ففى نفس الوقت الذى نعتقد فيه أن العلم اكتشف كل شىء تقريبا يستحق الاكتشاف ، أعتقد أننا نقف بالضبط على أبواب فجر علم جديد، يتضمن إحياء للعلم الحقيقى، فقد انحدر مستوى العلم الكامن فى كمية البيانات الهائلة المحيطة بنا ، عن ذلك الذى كان فى عوالم الفلسفة الطبيعية، ولكنه سيستعيد مكانته فى الحقب القادمة ويصبح أكثر تنويرا وإحياء من أى شىء شهدناه منذ ذروة عصر النهضة. وقد يكون من المفيد أن يذكرنا ذلك بطبيعة الحضارة البشرية وجذور التواضع الذى لا بد وأن ننظر به إلى زملائنا ، وكذلك نفقد احترام الذات الذى قد نجده فى قلوبنا .

لا يوجد شىء حتمى بالنسبة للصراع فى المجتمع الإنسانى ، إذا كنا نسلوك سلوكا إنسانيا كافيا لاستيعاب اختلافاتنا الثقافية. ولناخذ منطقة مثل المغرب التى تقع جنوب البحر المتوسط على سبيل المثال ، حيث تجد أرثوذكسيين ويهودا متحررين ومسيحيين من كل المذاهب ، من المارونى إلى الكاثولكى ، وعربا ، سواء قبائل الطوارق أو البدو ، يتعايشون معا كجيران مسلمين. وتحتفل الولايات المتحدة بالتباين الثقافى بين مواطنيها ، وتتكون أمم مثل موريشيوس من ثقافات مختلفة متقبلة على علانها، وتنسجم مع الحياة اليومية، وأعتقد أن طريقنا الوحيد للتقدم فى المستقبل تكمن فى استبعاد الاعتقاد الأحقق بأن كل الناس متماثلين ، فهذا الاعتقاد خطر وغير علمى، حيث يختلف السود اختلافا كبيرا عن البيض ، كما تختلف النساء عن الرجال اختلافا بينا ، وكذلك نجد أهالى مقاطعة ويلز مختلفين اختلافا كبيرا من الناحية الثقافية عن الإنجليز ، بينما الألمان يطابقون التيوتونيين بالضبط ، كما يتصف الفرنسيون بالزهو وبعض الأنانية . أما الأسبانيون فهم جنس متعب لا يرضى ، ومنفر بسبب الدقة المبالغ فيها، وبينما الإيطاليون عاطفيون وانبساطيون ، فيتميز الأمريكيون بأنهم وبوبون وضيقو الأفق . أما نحن الإنجليز ، فتجدنا أكثر الأجناس التى قابلتها فى رحلاتى رياء ، ولا أكتب هذا لمجرد تسجيل المشاكل التى حدثت لى مع الآخرين ، وإنما لمجرد أننى سعيد للاحتفاء بالنواحي المتعاكسة فى ثقافتنا الخاصة، فالبلاد التى تختلف فيها الثقافات اختلافا ملحوظا ، قد احترمت مصالحها وقيمها ، ولكن حيثما يعلم الناس أنهم متميزون ، تبدأ المشاكل فى الابتعاد . وتنشأ المشاكل فى الأمم ، حيث توجد جماعات مختلفة الثقافات ، ولكن لا أحد يتقبل هذا الاختلاف، فهؤلاء الناس يرغمون

كلهم على الانغماس فى تراب هذا الخلاف الثقافى ، وهذا يفسر أسباب الصعوبات التى يواجهها لبنان وشمال إيرلندا ، فقد كان هذا حيث لم يتم تشجيع الناس على الترحيب بالاختلاف فى ثقافتهم .

سبق أن لاحظنا اكتساب المعالم الثقافية فى الحقب الأخيرة ، فحين انقسمت ألمانيا إلى شطرين ، كان يوجد إحساس بولى بالاعتداء على أهل تلك الأمة ، وأدى حصار برلين الغربية (التى أصبحت محاصرة بأرض أجنبية، هى جمهورية ألمانيا الديمقراطية) إلى رحلات لا تتوقف لنقل الإمدادات الحيوية بين الشطرين ، كانت مثيرة للشفقة، حيث انقسمت العائلات بواسطة حائط ، وقد انقسم الجيران قسمين نتيجة لهذا الحائط المصنوع من الخرسانة والسلك الشائك . وكان الإحساس الأكبر الغالب على نفسى خلال زيارتى لألمانيا الشرقية هو بفقد الاتصال بالأحياء فى الغرب ، فلما انهار الحائط. وبينما كنا نقف تحت بوابة «براندنبرج» نحتفل بتحقيق الوحدة بين شطرى برلين ، فى عام ١٩٨٩ رفرفت الأعلام، وقصفت الألعاب النارية فى السماء عند منتصف الليل كانت الطوابير المسلحة تذوب فى الظلال على حين بقى الحشد المكون من مليونى شخص سعداء وضاحكين ، ومنذ ذلك الوقت اتضحت تأثيرات فترة التفرقة ، حيث كانت الأجور متباينة بين العاملين فى الشطرين ، فرضت فى العاصمة «بون» ضد الذين عاشوا فى الشرق، وأصبح الألمان الشرقيون الذى يسمى الواحد منهم «أوسى» (اختصار للكلمة الإنجليزية) «شرقى» وينظر إليه بازدراء - من وجهة النظر المادية الغربية - من جانب البرلينيين الذين ينظرون إلى الشرقيين كمخلوقات أدنى منهم . وهكذا أدى الحدث البسيط من شق المجتمع إلى نصفين لعدة أجيال إلى تمييز ثقافى خلق أعداء جددا كانوا من قبل أصدقاء. إنها اختلافاتنا التى تصنع منا ما نحن عليه ، ولكن لا نزال نعتقد أن الأمر ينحصر فى وجود «تطابق» مثالى يدعم أساس المجتمع الإنسانى حيث تلخص بعض الأغانى الشعبية هذه الفكرة ، حيث تغنى فرقة «ثعلت المنك الأزرق» فى التسجيل المعروف باسم «الإناء المنصهر» الذى يتجه حتما إلى «الملونين بلون القهوة» وأغنية «كان لدينا الأبتوسى والعاجى» لبول مكارتنى ، و «عجائب ستيفى» (المغنون يبعدون عن بعضهم ١٣٠٠٠ كيلو متر ، بما يعادل ٨٠٠٠ ميل) لأنهم لم يتقابلوا حين وضعت هذه التسجيلات) ، مما يؤكد أننا كلنا متساوون تحت أغطية

بشرائنا ، ورغم اختلاف ألواننا، وفي نهاية الأمر ، فلسنا جميعا ملونين بلون القهوة، ويشكل التمييز العنصري كارثة رهيبة ، مما يدعونا إلى أن تعلم الناس حقائقه ، وينبغي ألا نجعل من أخطاء العصور القديمة في الاعتقاد بأن جنسا أرقى من أى جنس آخر ، فأجناس بنى الإنسان ليست متطابقة، على الرغم من تساويها ، ولا يجب أبدا أن يعنى الاحتفاء بالاختلافات الثقافية زرع الشعور بالفوقية ، الذى تكمن فيه بذرة النازية ، وبهذا الفهم من ناحيتنا، فلا يستطيع أحد التراجع إلى اعتقاد أن الثقافة الخاصة به أفضل نوعا ما . ولا يمكن للمعلقين أن يجدوا ملجأ فى اعتقاد أن الكراهية العنصرية تعبر عن تقدير متدن للذات من جانب المعتدى ، فيشكل رفض «الغير» جزءا فطريا فى الحياة ، ولكن كآدميين نملك القدرة على التمسك بالإنسانية ، والثقة والفهم ، وهو ما تفعله خلايانا الوحيدة التى قد نفهم بها أنفسنا ، فيمكن أن تجلو مزرعة كائنات دقيقة نواح جديدة فى الإنسان .

آمال فى المستقبل

نحن على أعتاب مستقبل بهيج ، وكل ما علينا أن نعلمه الآن هو ربط المفهوم الخاص بالخلية الوحيدة بفهمنا للسلوك الإنسانى ، فقد تجمعت الخلايا معا لتمكن هذه الخلايا من ملء أمكنة بيئية ملائمة جديدة، وبتنمية جدر ساليولوزية وستصبح نباتا يقف طويلا ، أو حول أجزاء من نفسك إلى زعانف وسيمكنك السباحة ، أو قم بتنمية بعض منها لتصبح رئتین، وقد تمشى على الأرض الجافة ، ففى داخل أجسامنا يكمن البحر الداخلى المالح الذى كان يوجد فى الحياة السابقة، وكان الغرض من أعضاء الإحساس هو المحافظة على ذلك النظام ، ويتم ذلك جزئيا بالعثور على شركاء للتزاوج والتعرف على هويتهم ، ولكن حواسنا تجد التعبير اليومى من خلال تعيين مواضع التزود بالطعام والماء ، فهذا هو الغرض من الجسم الإنسانى الذى يوجد أساسا لينتج خلايا جرثومية تورث شيئا ما من طبيعتنا إلى الجيل التالى. وليس هذا فقط الغرض الوحيد من الحياة، إذ أن الحرمان من الإنجاب ، وارتكاب الشنود الجنسى والفواجع ، تلعب أدوارا ذات قيمة اجتماعية متساوية. وفى بعض الحالات، يجد النبض الإبداعى الذى يعبر عنه معظم الناس من خلال إنتاج أجيال جديدة من الأطفال ، متنفسا من خلال مظاهر أخرى .

وعلى الرغم من أننا يمكننا أن نرى كأجسام مثمرة مستمرة ، فالجنس الإنسانى الحقيقى خالد ، لأنه لا يموت أبدا ، وهذا صحيح بالنسبة للبويضة وللحيوان المنوى . ودعنا ننظر بإمعان فى الحيوان المنوى ، فإذا كانت البويضة لا تفعل شيئا عدا الرقاد هنالك ، فى حين يقوم الحيوان المنوى فعلا بأشياء ويكتشف مناطق جديدة من الرحم ، فلأن البويضة خلية مستقرة بالغة التعقيد ، وإذا كنت ستقوم بعزل حيوان منوى حى على شريحة مجهرية وسألت أحد المتخصصين فى الأحياء الدقيقة - وبالمناسبة، لم يكن رأى حيوانا منويا من قبل - عن هوية هذا الكائن ، فقد يجيب بأن ما يراه هو

ميكروب سوطى ، وقد يكون أحد أنواع المتعضيات وحيدة الخلية ، وقد تستمر فى السؤال عن النوع الذى ينتمى إليه هذا الكائن الدقيق ، فتكون إجابة ذلك المتخصص أن هناك آلاف من تلك الأنواع فى مياه البركة، يمكن أن يكون غالبا أحد المجموعات التى لا يمكن حصر عددها ، فلا يعدو أن يكون هذا الكائن الدقيق ميكروباً ذا سوط، يسبح فيما حوله ، ولكن هذا الكائن هو الخلية التى تحمل خلاصة الجنس الإنسانى ، وكذلك الحال مع البويضة، وقد يستنتج المتخصص الساذج حين يرى خلية بهذه البويضة أن ما يراه هو طور سكون لأحد الكائنات، لأنها لم تتحرك فعلا ، فليس لها أهداب ، وهى لا تزحف ، بل ترقد غنية فى الغذاء المدخر ، ولكنها يمكن كذلك أن تكون ميكروباً وحيد الخلية مثل الفرطيس (متعض وحيد الخلية) وتحتوى خلية مثل هذا الكائن على منظومة متكامل فيها الوظائف. بمفهوم تقسيم العمل - ما بين الحركة والاتصال ، ونقل السوائل ، وهضم وتمثيل الغذاء ، والإحساس وتخزين الغذاء ، كما تشمل أنظمة معقدة للتحكم والتنظيم عن طريق التلقيح المرتد بالمعلومات، للحفاظ على اتزان هذا النظام بأكمله .

فليس فى مظهر خليتى الحيوان المنوى والبويضة ما يوحى بأنهما سيتحدان وأن هذه الخلية البريئة الكروية قد تصاب بجرثومة سباحة تأتى وتتسبب فى دخول البويضة سيئة الحظ فى مرحلة تعرف باسم «التطور الجنينى» ولا يمكن أن يتكهن أحد بأن هذه الكائنات وحيدة الخلية قد تتحد لتنتج أناسا ، والسبب الوحيد لذلك هو لأننا أجسام مثمرة يعتمد عليها بقاء هذه الكائنات البسيطة وحيدة الخلية ، التى تعوم فى بيئتها الملحية من المنى، كما تعودت أن تعوم فى الماء دائما من قبل . وفى الحقيقة، فإن المنى ملهى قليلا مثل الدموع ، لأن صور الحياة هذه نشأت فى البحر ، حيث تعودت دائما على الحياة ، وظهرت صورة من جسم مثمر أكبر يمكنه التوالد واحتواء جزء من البحر الذى يمكنه البقاء فيه، فيمثل الحيوان المنوى ميكروب الجنس الإنسانى الذى يعوم فى البحر كما كان الحال من آلاف ملايين السنين وأكثر ، فتشكل هذه الأجسام المثمرة الهاجعة القشرة الخارجية للحبة التى ينتجها الحيوان المنوى الخالد ، وهى حقيقة طبيعة نوعنا .

كنت قد أشرت إلى الصعوبة التى يواجهها الفلاسفة فى الربط بين البويضة المخصبة والإنسان البالغ ، فمن ناحية لا تزال هذه البويضة المخصبة بسيطة وغير معقدة ، لأنها خلية وحيدة ، لكنها تحتوى على كل المعلومات الجينية المطلوبة لبناء

طائرات الكونكورد والطيران بها ، ولكن كيف يمكن أن نربط بين الخلية الوحيدة والشخص البالغ المكون من خلايا عديدة ؟ استبدت فلسفة هذا السؤال بالعلم لفترة طويلة جدا ، وتوجد إجابة علي هذا السؤال. تصور خلية كائن من الكائنات الأولية، التي قد تبدو كنظام مخطط من الوظائف المنفصلة ، ولكن هذا النموذج لا يطابق تماما ما يحدث في البويضة المنفصلة ، لأنها في طور سكون تنتظر بدء الأحداث .

ولكن إذا تخيلت خلية كروية تماما ، فنجد النُويَّات في مركزها، (ناقشنا ذلك في حالة اللوكسوفيلم) وتحتوى النواة الصغيرة على مركب (دنا) الرئيسى ، يحيط بها النواة الكبرى التي تنظم ما تترجمه النوية إلى أحداث خاصة بالميلو التي تستنهض ظاهرة الخلية الناضجة المعقدة ، وتنتشر حول هذا المركز مناطق تمد الخلية بالوظائف الآتية :

- الاتصال ، لأن المتعضيات تحتاج إليه .
- نقل السوائل ، لأن الخلايا (بمجرد الحصول عليه، تحتاج لهضمه ثم نقله مهضوما إلى مختلف أجزاء الجسم .
- تمييز الإحساس ، لأن المتعضيات تحتاج إلى الإحساس بما يحيط ، فسوف تكتشفه ، فإذا كان المنبه بغیضا فإنها تثار وتقوم بعيدا عنه لأنها ميزت أنه بغیض .
- تخزين الغذاء، الذى تكون البويضة غنية به ، بينما لا يحتوى الحيوان غالبا على أى منه ، وتحتوى الأوليات علي مركز لتخزين الغذاء ، لأنك لا تعلم أبدا متى تحتاجه .
- تعادل أجسام تخزين احتياطي الغذاء في المتعضيات، مخزن الجعة للذكور متوسطى العمر .
- مراكز الهضم، وتمثل الغذاء ، وهى غنية عن الشرح .
- جهاز الحركة ، الذى لم يتطور فى البويضة التى غالبا ما تحتاج إلى طور سكون ، ولكن الكثير من الخلايا الحيوانية التى صنعنا منها تستطيع الحركة ، وإذا نظرت إلى فيلم تليفزيونى مأخوذ مع مرور الوقت للخلايا الإنسانية النامية فى أنبوبة ، فستراها تموج بنشاط عظيم . وبالرغم من أنه يندر أن يخبرك المعلقون أنه فيلم صور مع مرور الوقت ، لذلك فمن السهل إعطاء الانطباع بأن ذلك يشبه حقيقة ما تفعله

الخلايا فى الوقت الحقيقى . وينبغى التأكيد على أن تحركات الخلية بطيئة فى العادة ، وتبدو محمومة فقط عندما يتم إسراع حركتها بدرجة كبيرة .

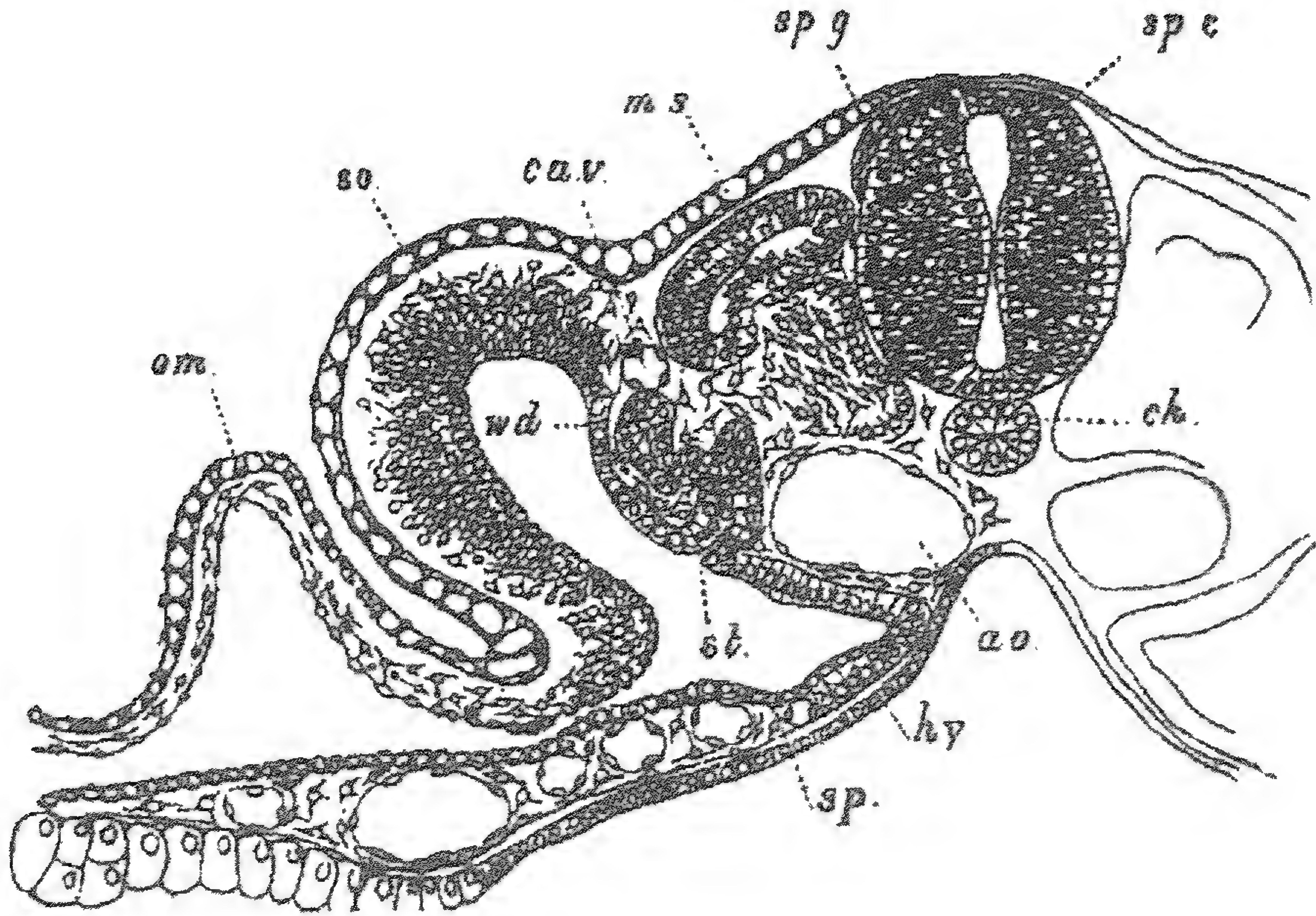
إذن ، كيف نربط هذه الخواص لخلية وحيدة بخلايا عديدة لإنسان بالغ ؟ طبقا لهذا النموذج ، يتم تفويض الوظائف المتخصصة التى تقوم بها الخلية الوحيدة فى الكائنات عديدة الخلايا إلى خلايا تصبح كل مجموعة منها مخصصة لأداء مهمة معينة. ودعنا نفكر فى أجهزة الحركة ، فنزعة الحركة فى الخلية الوحيدة تترجم إلى وظائف متخصصة تنفذها خلايا العضلات المخططة ، وهذا هو ما تقوم به خلية العضلة فوق كل وظيفة أخرى ، وتحتفظ فقط بقدرة محدودة على تنفيذ الوظائف الأخرى ، وقد طورت الخلايا العصبية «البروتين العصبى» الخاص بها ، حتى تصبح أغلب الخلايا مكرسة لتنفيذ إرسال وتحليل وتصنيف المعلومات على مدى واسع بحيث تدخل كل هذه العمليات فى كل خلية . وبالمثل، فيمثل انتقال السوائل داخل الخلية الوحيدة الوظيفة المتخصصة فى الجهاز الدورى ، وبهذه الطريقة يمكننا أن نفسر العلاقة بين البويضة والشخص البالغ التى حيرت علماء الحياة لقرون عدة . فقد صدر وصف للبويضة، نشرها زولا المعلم الخاص لليوفنهويك فى عام ١٦٧٢ ، المسمى «راينر دى جراف» . ويجب علينا استبعاد الفكرة القائلة أن الخلية تكون بطريقة ما حسبا يصبح شخصا، وبدلا من هذه الفكرة فإن هذا الشخص ينتج من الإظهار السلوكى للخلايا المنفصلة التى نتكون كلنا منها ، ويثبت المظهر هذا المنظر : تتطور الخلايا من حيث تتطور الخلايا المتخصصة (خلايا الساق أو الجذع) ، فهي تشابه تلك الجنينية غير المتخصصة. وكان من التقليدى أن ينظر إلى هذه الخلايا على أنها غير متخصصة، ولكن من المعقول أكثر أن نستنتج أنها فعلا زائدة، فليست المسألة فى أنها لا تستطيع عمل الكثير ، ولكن فى أنها تستطيع أن تفعل القليل من كل شىء .

من المهم أن نعلم أن الخلايا فى الجسم البالغ، تصنع قراراتها وتتصرف بدون تحكم من كل الجسم ، فإذا كانت لديك سن مخلوعة ، فقد تجد جزءا صغيرا من التجويف العظمى متروكا ليبرز فوق اللثة ، وأحيانا ينكسر جزء من الجذر ويفقد داخل التجويف الفارغ ، وقد تتوقع طبقا لطريقة التعليم التقليدية عن الطريقة التى يستجيب بها كل الجسم أن تظل العظمة البارزة كمشكلة : يمكن أن تعمل قطعة الجذر المفقودة داخل التجويف كبؤرة للإصابة بالميكروبات لسنوات قادمة ، ويتفق هذا مع الفهم

الطبي الجارى ، ولكن إذا نظرنا لتلك الأحداث من وجهة نظر تجاور الخلايا الوحيدة ، فإن مصير كل حالة تصبح مختلفة تماما ، حيث تتجمع الخلايا حول موضع العظمة الناتئة وتتزع منها الكالسيوم بالتدريج، حيث يتجمع فى قاع النتوء، نسيج تكسر خلاياه العظم وتمتصه خلال أسبوع فلا يبقى له أثر . تتكاثر خلايا اللثة فى نظام تساهمى لتغلف موقع النسيج الجديد ، وفى خلال شهر لا يمكنك أبدا أن تعرف أن تلفا حدث. ويكون مصير الجزء المكسور من الجذر مشابها ، فخلال أسابيع قليلة من الخلع يبرز الجزء المخلوع على سطح التجويف الذى تم شفاؤه وتتغلق اللثة بدون الحاجة إلى خياطة تالية . جرب أن تقطع فرعاً من شجرة الخنمية، وسيحدث شئ مشابه، حيث تنشط الخلايا المحيطة بالكامبيوم إلى أقصى درجة ، وتتلاصق لسدة الثغرة ، وسوف يتم التئام القطع والسيطرة على التلف. لا يصلح هنا علي الإطلاق الادعاء بأن هذه النظم قد نشأت بشكل ما ، حيث تتماثل آليات الالتئام فى كل من خلع الأسنان ونشر فروع الأشجار ، فالذى يحدث هو أن الخلايا فى هذه المناطق تنشط ذاتيا وتتصرف بنظام تساهمى يحفظ للجسم سلامته، ولا تخضع أى من مكونات هذا النظام لأى سيطرة عصبية أو هرمونية ، حيث تسير آلياتها فى مسارات العالم الخاص بالخلايا ، بدون رجوع إلى الكائن ككل .

ظهر الآن أن الاتصال بين الخلايا المنفردة هام لصحة العين ، وفى بعض حالات قدرة القرنية تتوقف الخلايا عن الاتصال ببعضها ، مما يؤدى إلى تمزيق البيئة المحلية التى تعيش فيها الخلية ، ويحدث خلل بسبب تكوين السحابة على العين ومشاكل لاحقة تهدد الإبصار .

تعرف الخلايا أيضا متى تموت ، حيث تشكل برمجة انتحار الخلية جزءاً هاماً من الحياة . وقد رأينا الأعفان المخاطية مثل عفن «ديكتيستيليام» تتحرك معا لتكون كائناً مفرداً وتنتج حينئذ ساقاً هوائياً، وحاملاً جرثومياً، سحاب كبير من الجراثيم التى يمكن أن تتحرر فى مهب الرياح، فتتعلم الخلايا الدور المتوقع أن تلعبه ، فيضحى بالخلايا التى تكون الفرع الهوائى ليتمكنها التكاثر . وتجرى فى أجسامنا عمليات مشابهة ، فنحن مولودون بغدة فى الصدر، هى الغدة السعترية «التي موسية» ، التى تختفى ببطء خلال فترة البلوغ .



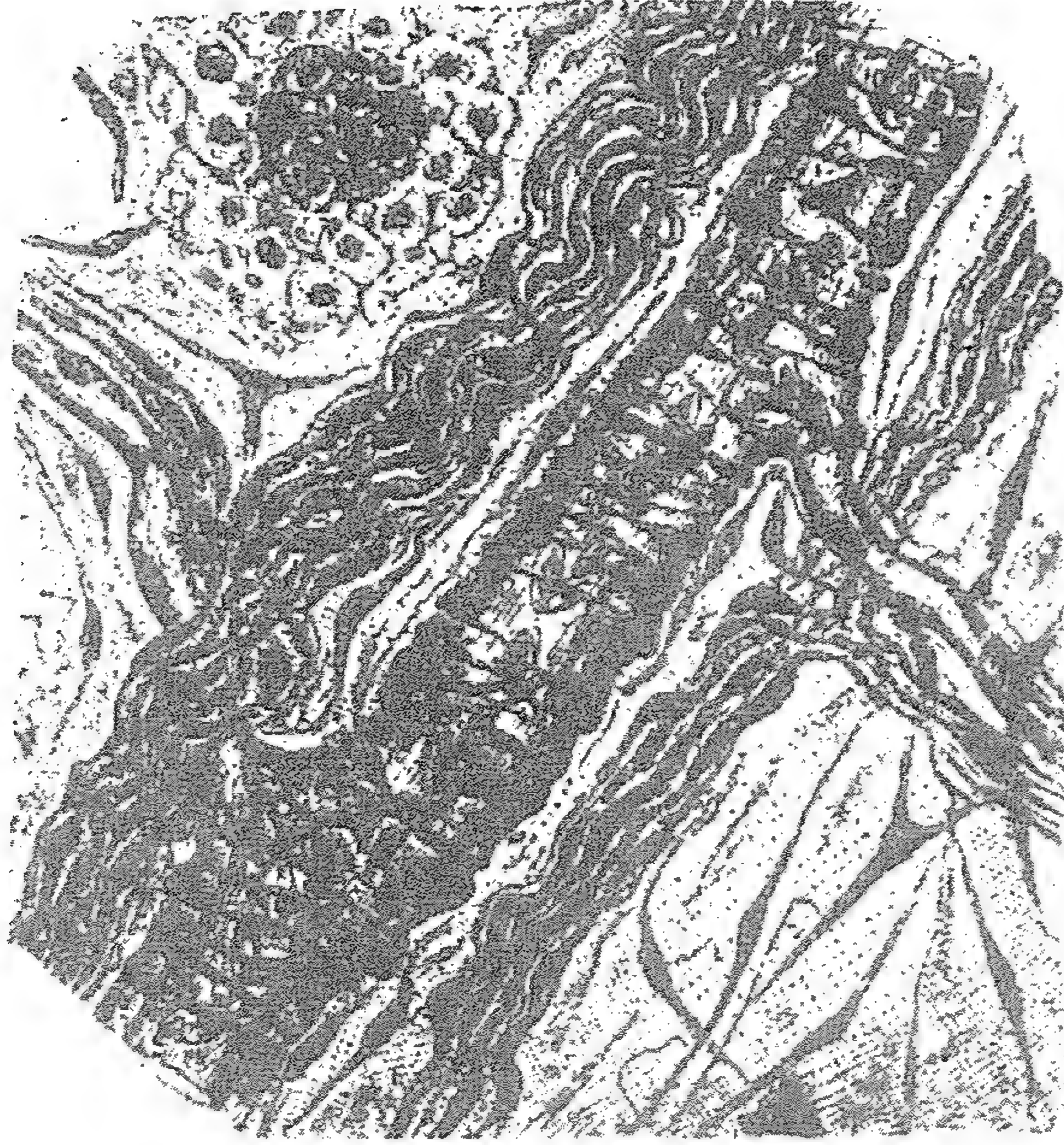
شكل (٤٦)

خلايا في مراحل جنينية مبكرة أخذة في البلوغ

يمثل هذا اللحن الراقص الجميل ، جنينا أخذنا في التطور تمت دراسته منذ قرن، ونرى هنا خلايا جنين بط يتطور ، وقد نشر هذا المنظر القطاعي في المجلة ربع السنوية لعلوم المجهر عام ١٨٧٥ . يمكنك بوضوح أن ترى الحبل الشوكي التام التطور (s.p.c.) وبداية العمود الفقري (ch) والأورطي (ao) ووعاء الدم الرئيس وحزم العضلات المبكرة (m.s) .

حيث تقع تحت عظمة الصدر، وتشبه ورقة نبات «السعتر» الذي اشتق منه اسم الغدة ، تمثل هذه الغدة المركز المكثف لإنتاج وتدريب الخلايا الليمفاوية على تمييز الصديق من العدو، وتلك الخلايا مشتقة من الخلايا السعترية المعروفة باسم «خلايا س» (س من السعتر) ، وهي المتميزة في محاربة الأمراض . ومن الطريف أن العديد منها يظل في الخلية بدلا من الدوران مع مجرى الدم ، فهي تعيش وتموت داخل قشرة الغدة ، ونحن نعلم أهميتها البالغة ، لأنه إذا لم تكن تلك الغدة موجودة خلال الطفولة ، فسيتعرض الطفل لمرض بطنيء التدمير. ومع ذلك، فالغدة أصغر كثيرا في البالغين ، ويحل الدهن محل الفراغات حيث كانت الخلايا الليمفاوية موجودة من قبل ، وهذا الفقد البطنيء في الغدة مبرمج أيضا لموت الغدة . يعتقد عديد من العلماء أن هذه الظاهرة

هامة مثل انقسام الخلية ، يقال إنه لا بد من وجود توازن دقيق بين الانقسام الاختزالي والانتحار المبرمج للخلايا فى جسم البالغ السليم .



شكل (٤٧)

تخصص الخلايا الحيوانية النامية

هذا الرسم الإيضاحي الحى لخلايا حية من كتاب دراسى من العصر الفيكتورى، يظهر بوضوح كيف تبعث الجينات إشارة إلى الخلايا أثناء قيامها بالتخصص، فهذه هى الشبكة الشفافة لقدم ضفدع، يمكن اختبارها بسهولة بدون ضرر للضفدعة، وقد وصف ليونى بيل الذى أجرى هذه الدراسات فى خمسينيات القرن التاسع عشر، حيث وصف الوعاء الدموى (فى المركز) حزم الألياف العصبية كل من الجانبين، ويوجد فى أسفل يمين الشكل بداءات خلايا ليفية، التى تساعد فى حفظ الأنسجة فى الحيوانات البالغة.

تشكل معرفة الوقت الذى تتوقف فيه الخلية عن الانقسام أحد الأشياء الهامة لها ، فبتكون الأورام إذا ظلت الخلايا تنقسم فى حين ألا يجب ألا تقوم بالانقسام . فإذا انتشرت فى الجسم من طرف الورم ، فسوف ينتهى الأمر بالسرطان الذى وجدت الجينات المسؤولة عن بعض صوره ، وكذلك فإننا نعلم أن بعض الصور

الأخرى منه تكون ناتجة عن فيروس ، مثل مرض ابيضاض الدم (الليوكيميا) في الطيور ، بالرغم من أننا لا نجد هذه الفيروسات في مرض ابيضاض الدم الذي يصيب الادميين ، وربما سنجدها في الوقت المناسب حين اكتشفت أول الجينات المسببة للسرطان ، سميت «أونكوجينات» (نسبة إلى من يقومون بدراسة السرطان) .

بعد فترة حماس أولى بدأ الأمر يبدو كأنما كانت هذه «الأنكوجينات» «داخلة» في تركيب جينات صور قليلة من السرطان الادمي. وكنا نميل إلى اعتبار السرطانات كما لو كانت خلاياها قد تلقت دفعا، وأن الجينات المسئولة عنها ذات قوة نمو بالغة الارتفاع، وعلى هذا ، يشبه الخلية السرطانية السيارة حين تضغط على دواسة البنزين التي تجعلها تسرع. وقد تعودت أن أستخدم طريقة مختلفة للنظر إلى هذا الموضوع، وتخيل أن خلية السرطان تشبه سيارة يحاول محركها دائما أن يقودها، فنجد أن سرعتها غير قابلة للتحكم بواسطة دواسة الإسراع (البنزين)، ولكن بواسطة الكابحة (الفرملة) ، بينما تجد أن الخلايا العادية تستجيب للكبح ، وتتوقف عن التضاعف في الوقت الصحيح، وفي هذه الحالة، لا تنتج خلية سرطانية من زيادة غاز ، ولكن نتيجة لعدم كفاية التوقف. ونحن نعلم أن العديد من المواد المسرطنة هي مركبات تتلف الخلايا ، ويصعب تخيل كيف يمكن لشيء كهذا أن يجعلها تعمل أسرع بشكل ما ، ولكن إذا كان اللون الطبيعي لنظام هو الإسراع ، فإنه من الأسهل رؤية كيف يسبب دمار جهاز الكبح (الفرملة) خروج هذا النظام عن السيطرة . وقد تكون هناك أيضا إمكانية لعلاج السرطان .

وينبغي علينا عند التعامل مع نموذج «إسراع السيارة» أن نوقف إمداد المحرك بالوقود ، أما في حالة نظرية الكوابح (الفرامل) فكل ما علينا أن نفعله هو أن نصلح من خللها ونعيدها إلى الوضع الذي تكون فيه تحت السيطرة . وتقربنا دراسة الخلايا الوحيدة وكيفية تنشيط أو تثبيط الجينات فيها، من فهم السرطان .

ونحن مرتبطون ارتباطا وثيقا خلال حياتنا بعالم الميكروبات وحيدة الخلية أكثر مما نتصور، فلا تصبح ميكروبات فقط حين نمارس التكاثر وهي الأكثر حسما في حياتنا ، ولكن جيناتنا قد تمنحنا خوفا غريزيا نابعا من إحساس الخلايا الوحيدة ، وفي عالم الفن ، توجد لوحات تجسد أشكالا عضوية يبدو بعضها كما لو كان تجسيدا للتركيب

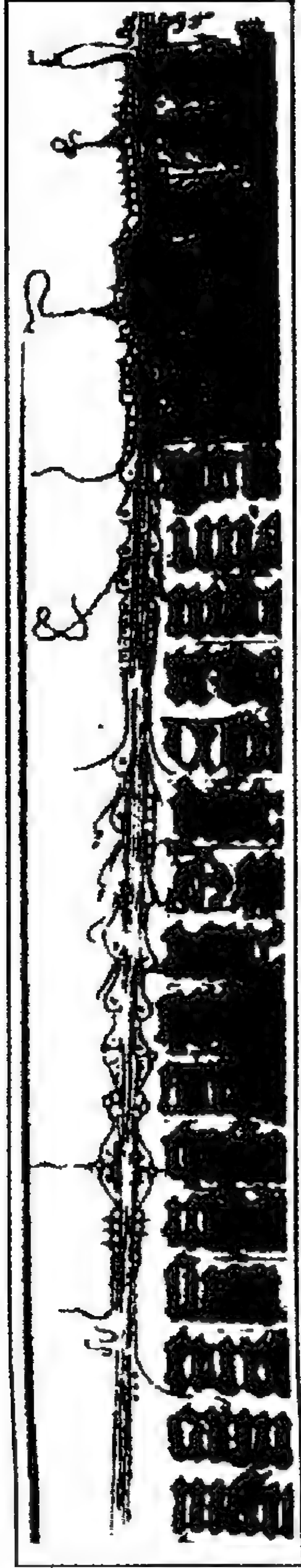
الخلوى فى عقل الفنان ، وبالرغم من معقولية أن تفرض أن هذه الأشكال قد تم تعلمها عن طريق التعود علي ممارسة العلم العام ، فهناك نماذج أخرى يصعب نبذها ، فأحيانا يخترع الأطفال رسوما تبدو مثل صور الخلايا. وخلال دراساتي الأخيرة لمسودات القرون الوسطى ، اجتذبتنى دراسة فن تزيين الحواف المزخرفة للنصوص ، فوجدت أن الزخرفة كانت على شكل خلايا، وتبدو مثل الأنسجة عند النظر إليها. وهنا صورة تبدو أنها رسمت بناء على وعى بشكل الخلية، وفوق ذلك أيضا ، فقد رسمت منذ عدة قرون بما لا يدع مكانا للتفكير فى أنها رسمت نتيجة لدراسة مجهرية ، فهل تشكل هذه الرسوم أيضا أصداء ؟



شكل (٤٨)

هل يرسم طفل فى الثالثة من عمره خلية كائن متعض ؟

تثير رسومات الأطفال الصغار أحيانا صور الخلايا الوحيدة ، فحياتنا كلنا بدأت كخلايا وحيدة، فقد بدأنا كلنا الحياة كخلايا وحيدة . فنحن نضم خلال حياتنا أصداء لسلوك تلك الخلايا . وربما يكشف هذا الرسم الذى يبدو عشوائيا نتيجة لذهن غير مدرب عن نكريات باهتة من ميراثنا من تلك الخلايا .



شكل (٤٩)

زخارف القرون الوسطى وذاكرة الخلية

تتسم الكثير من الوثائق القديمة بالتوسع في التزيين بالزخارف الهامشية التي ربما كانت في بعض الحالات تتضمن أصداء مرسومة بلا وعى لحياتنا السابقة للكائنات وحيدة الخلية ، ويحوى هذا الرسم التخطيطى العجيب من القرون الوسطى المأخوذ من مكتبة «سكيب بالينيك» في ولاية إلينويس زخارف هامشية تصور ما يشبه الخلايا بأسواطها ونواتها بحيث لا تخطئها العين ، ويظهر حرف (E) شيئاً مثل حيوان منوى يخصب بويضة . وقد تكون لطبيعتنا الخلوية صداها في هذا الرسم المعقد .

يستخدم الأطباء النفسيون اختباراً تقليدياً باستخدام صورة كلب يمازح الفأر ميكى ذا اللون الأسود والذيل المستدق الطرف، والذي يخشى أن يقطع الكلب ذيله بواسطة بلطة يسلطها عليه . ويقال إن هذه الصورة تحمل معنى التهديد، كما يقال أن الرجال يبدون ارتداداً غريزياً لدى رؤيتها نتيجة لما تحمله من معنى ، فيستنتج من ذلك أن هذا هو الخوف من عملية الخصى ، وقد لا يكون الأمر بهذا الشكل ، وإنما هي صورة كلب على وشك قطع ذيل الفأر ، ولكن هذا الذيل طويل ورفيع يشبه بالضبط ذيل حيوان منوى ، فهل يمكن أن يكون ذلك هو الصدى فى الذهن ؟ هناك بعض حيوانات تبدو أنها تفزع النساء ، مثل الفئران والثعابين ، فذيل الفأر والطبيعة المتعرجة لجسم الثعبان يذكران بحيوان منوى يقترب ، ويمكن أن يكون هناك صدى لطريقة دخول الحيوان المنوى فى خلال التخصيب ، واستقبال المرأة لعناق حبيبها وما يتبعه ، وقد تجعل التفاسير النفسية المبنية على هذه الأسس معنى أكثر من تلك التفاسير التقليدية المتفق عليها ، ويدعى بعض الناس تذكرهم لوجودهم قبل المرحلة الجنينية ، وبالنسبة لهم ، فإن كل هذا الادعاء المستبعد قد يكون شظية تناثرت من الإحساس بكل هذا الموضوع .

فهل يعنى هذا المفهوم الجديد أن هذا الصراع مبرمج فى الجينات ؟ بعض الناس يرونه كمبرر للحرب . فقد نشرت هيئة اليونسكو بياناً عن العرق ، يدين أى تبرير للسلوك العرقى المبني على أساس أنه ناتج طبيعة أملتتها الجينات . وأكثر الاصطلاحات حداثة لهذا رأى كان «بيان سيفيل» فى ١٩٩٦ ، وفيه أنه خطأ من الناحية العلمية القول بأن المخلوقات الأدمية مبرمجة جينياً لتحارب . وحقيقة الأمر أن الوفود الذين جمعهم مؤتمر «سيفيل» لم يعلموا حقيقة ما إذا كان هناك وجود للبرمجة الجينية أصلاً ، فلم يجر بحث على هذه القضية ، ولا توجد أى بحوث مشابهة تحمل ذلك المعنى .

وفى الواقع أن المؤسسات الرسمية تفضل أن تبني موقفاً غير مبرر من العلم ، فى حين لا يوجد العلم الحقيقى . ويعلم بنو الإنسان أنهم قادرون على تحقيق النفع لزملائهم لحماية الكوكب، وتوفير الغذاء للعالم الطبيعى ، حيث تصدر قرارات الحرب عن وعى يطغى على كل الأسباب المؤدية لتسوية الخلاف. ويتميز بنو الإنسان بأنهم كائنات محبة للمعرفة ، ومعقدة، وذكية ، وموهوبة .

وقد تحاول أن تدعى أى صورة من اللاإنسانية مخفأة فى جيناتك ، ولكن هذا الإدعاء لايجد مبررا ، فمن الصحيح أن كروموزوم (٧) يحدث شفرة لإنتاج هرمون الذكورة (التستسترون) المرتبط بالسلوك العدوانى ، ولكن الحرب هى مشروع مشترك، فالذين يقودونها بعيدون عن الجنود المظلومين والمضحين بأرواحهم ، فليست هناك جينات تجعلنا ننشئ مصانع للذخيرة يجنى من ورائها أباطرة الحرب أرباحا طائلة ، ومهما يكن من أمر ، فقد قدمت أدلة مستقاة من مصادر عديدة أن رفض «الغير» وأن الرغبة العميقة للرفض القوى للكائن «شديد الشبه بالغير» هو مكون موروث من مكونات طبيعة الحياة، وآلة من آلات التطور الحيوى، ويكمن فيه السر وراء ازدهار اللغات ، وكذلك يكمن المفتاح إلى تنوع الأجناس ، ويعتبر هذا أمرا تمليه الحياة عند كل مستوياتها، فهو يساعد فى تفسير نشأة دوافعنا ، ولكنه لا يمكنه أن يبرر تصرفاتنا اللاإنسانية تجاه بعضنا البعض حيث المفروض علينا أن نتعلم تفاعل الثقافات الاجتماعية ، فإذا غاب ذلك الجزء الهام من تعلمنا تحدث الحروب الأهلية ، وهنا أيضا امتحان جوهري للصور الأخرى من الحياة، وللتيقن من المطابقة بين كيفية سلوك الأدميين والطريقة التى تتصرف بها خلايانا أحيانا.

وفى السنوات الأخيرة، تركز كثير من الاهتمام على دراسة أمراض المناعة الذاتية، حين تبدأ الخلايا داخل الجسم تهاجم خلايا أخرى كان من المفروض - فى الحقيقة - أن تتعايش معها ، فهناك أمراض تدخل فى قائمة العلل التى يمكن علاجها بإصلاح الخلل فيها ، ويجب أن ينصب الاهتمام على أن هذه الأعراض المترامنة لتدمير النفس بسبب الاحتياج إلى التحكم فى رفض «الغير» من الجسم للأعضاء المنقولة إليه وتخفيف الثقل المأساوى وأمراض المناعة . وأرى تشابها جزئيا وثيقا بين الطريقة التى تتفاعل بها الخلايا تفاعلا متضادا والطريقة التى تعرف بها أيضا أجسام تلك الخلايا نعمة هذه الأمراض ، فالكلاب تقاتل بعنف أكثر مع بعضها أكثر مما يقاتل الكلب كائنا من نوع آخر ، وفى الحقيقة أن قتال الكلاب هو أعنف تفاعل يمكن أن تجد كلبك منغمسا فيه ، فالكلاب تقتل فريستها، نعم، ولكنها تتقاتل لأن الكلاب الأخرى متشابهة فى كونها كلابا، ولكنها مختلفة فى المظهر والصفات، وأعتقد أنه حتى عند هذا المستوى المبدئى يمكن رؤية اختلافات طفيفة تبرز التأثير الأكبر للكيفية التى ينعكس بها تمييز «الغير» على مرآة عالم الكائنات الدقيقة، أى الميكروبات .

تعتبر الحروب الطاحنة التي نراها حول العالم بين المجتمعات أمراضا لفقد المناعة الذاتية ، ولكن فى الناس هذه المرة . ورغم أن الآليات فى جيناتها مصممة لتحمينا ، إلا أنها لم تكن قد تطورت تحت ضغط المجتمع المعاصر. ومن حولنا نشاهد نتائج تمييز «نفس النوع» وعلى رفض «الغير» ، أو «النوع المخالف» كل يوم .

خلال عام ١٩٩٨ رأينا عودة العديد من الأشخاص المدانين بالقتل فى بلاد أجنبية، إلى بريطانيا (فى حالة كانت الضحية ممرضة، وفى حالة أخرى كان الضحية طفلا) ، وأحاطت بكل من الحاليتين حالة واسعة من عدم الارتياح، وبدا أن قليلا من الناس يناقشون إدانة المحكوم عليهم ، ومع ذلك، فقد حييت العائدات غالبا كما لو كن نجما. ويرجع السبب فى هذا الاحتفاء فى أنهم حكم عليهن بواسطة محاكم أجنبية ، وأن الجرائم التى ارتكبتها تمت فى بلاد ذات ثقافات مختلفة، ولو كن ارتكبن جرائمهن داخل الوطن ، لاختلفت مشاعرنا، ولكن لكون السيدات المدانات كن من «قومنا» وحوكمن فى «محاكمهم» فقد تلقين دعما واسعا من وسائل الإعلام .

رأينا أيضا أن الإيثار موجود فى الجينات ، فتظهر الجماعة الكبيرة من خلايا منفصلة تنضم معا مكونة جرثومة العفن المخاطى على أراضى الغابات مبدية أن التضحية الذاتية فطرية فى مجتمع الخلايا. وتبين ظاهرة «داء العوز» أن انتحار الخلية وموتها المبرمج هو ناحية حيوية من حياة الكائنات عديدة الخلايا ، حيث تظهر الطريقة التى يخاطر بها الوالدان بحياتهما لإنقاذ صغارهما ، كيف يشكل «الإيثار» جزءاً وقسما من الحياة ، ولا نحتاج إلى اقتباس أمثلة ، لأن التقارير عن الكلاب والقطط وحتى الطيور تظهر أن الآباء يعرضون حياتهم للخطر إذا وقع أبناؤهم فى خطر حريق أو فيضان ، وكل نماذج ملامح الطبيعة ، حيث تتصرف الكائنات اليائسة تصرفا يحقق نفعا متبادلا ، أكثر من مجرد الاستغلال، فتحمل البكتريا الصحة للكائنات عديدة الخلايا ، وتقوم بتقديم خدمات لها مثل تثبيت النيتروجين للنباتات الوعائية وتتفاعل مع الكائنات الأخرى لتخصيب التربة ، وتتعاون الفطريات والطحالب لتكوين الأشنيات التى تستطيع وحدها تكوين مستعمرات صخرية عارية وحجرية بارزة .

ولسنا فى حاجة إلى أن نبحث عن «الإيثار» فى المجتمع الإنسانى ، حيث يعتنى المعتنون بحمولاتهم التى كرسوا أنفسهم لها وغالبا بعيدا عن جاذبية المكافأة المالية ؛ بالطبع يوجد تفسير «أنانى» لكل هذا، انعكس على مرآة الفكرة الخاصة بالجين

«الأناي» ، فالناس يفعلون أشياء لإدخال السرور على أنفسهم ، فإذا كانت العناية بأحد تسر بعض الناس ، فإن ظاهر الإيثار هو فى حقيقة إرضاء «أناي» للنفس .

ينتمى هذا التفسير إلى نفس مقولة «الحياة كلها حلم ، وأنا أعيش الآن فى حلم» ، ويمكنك أن تناقش الأمر بهذه الطريقة ، إلا أنه لا يوجد سبب للاستشهاد بتفسيرات سريالية فى مواجهة الإيثار الذى يظهر من الناس لزملائهم ، وتكريس أنفسهم لخدمة الآخرين، حيث تعمل ممرضات وأطباء الطوارئ عادة أكثر بكثير من متطلبات عملهم فى مساعدة المرضى ، وتخفيف معاناتهم ، فهل كان ذلك الرجل الشجاع الذى قفز فى نهر «بوتوماك» الثلجى لإنقاذ امرأة من الغرق ويريد الظهور على شاشة التلفزة ؟ إنه كان يخاطر بحياته فى تلك العملية ، أو ربما كان «مدفوعا» لحماية جيناتها ؟ لأن التعلل بأن جيناتها استحثته على تدمير نفسه قد يكون تغييرا سحريا للدافع «الأناي» .

وتجاذى حرف الرعاية غالبا بمرتببات منخفضة نسبيا ، مما يرينا «الإيثار» الإنسانى فى أفضل صورهِ ، فهل يمكن أن يكون هؤلاء الناس يمتهنون هذه المهنة لكسب الاحترام من «رعاياهم» ؟ يوفر عالم الحيوان تذكيرا أكثر للتكريس الخالى من الأنايية فى الأفراد ، سيقول المعارضون لهذا الرأى إن من يمتهنون هذه المهنة يتصرفون هكذا لكسب الاحترام ، وبذلك فلا يزال إرضاء النزعة الذاتية سائدا؛ إلا أن الناس يضحون بحياتهم لحماية حياة الحيوانات، فهناك القليل من هواية الموت البطولى فى الناس ، ونحن نرى أفعالا من التكريس الصادق، وسلوك «الإيثار» حولنا كل يوم. وتعتبر الفكرة العامة بأن «الإيثار» فى حقيقة هو مجرد «أنايية» أحد الأسباب لعدم ثقة الناس ببعضهم فى هذه الأيام. وبالرغم من ذلك ، فإننا مخلوقات تتبادل الدعم والمساعدة حيث يشكل التعاون والاعتماد المتبادل على الغير جزءاً من ميراثنا .

وتعمل الخلايا فى داخل أجسامنا فى تناغم تام خلال فترة حياتنا ، تماما كما ينبغى على الناس أن يتفاعلوا بإيجابية ، فالخلايا عليها أن تفسر المعلومات وتعلم ما الذى ستعمله فى الخطوة التالية ، فيما يختص بغزو أراض جديدة والطيران إلى الفضاء ، ويخترعون آلات جديدة لتساعد المجتمع ويحاولون جعل الحياة ذات معنى . ويعتبر التعاون الجيد التنظيم فيما بين مجتمعات خلاينا هو ما يجعل منا آدميين ، ويعكس سلوكنا سلوك تلك الخلايا ، فإذا فهمنا كيف تسلك الخلايا ، سنكتشف جنور سلوكنا .

وينبغي ألا نرتعب من مفهوم «الهندسة الوراثية» ، ولكن ينبغي أن نتعلم أهمية ما يمكنها أن تنجزه . ومن الصعب أن نواصل إرجاع السبب في ذلك إلى الله فقط ، وأنه لا دخل للإنسانية بذلك ، فالاعتقاد الديني يجب أن يتقبل بالتاكيد أن الذكاء الإنساني هو الإظهار الأكبر لغرض الخالق ، وأن إنتاج الأنواع الجديدة – من الكلاب والقطط، إلى القمح والذرة ، هو من بين أكبر إنجازات المؤمنين هنا، فالله أعطانا القدرة على البحث في الجين ، ولكننا يجب أن نكفل ألا يساء استخدام نتائج هذه البحوث للملاحة النفعية التجارية الفجة، ذات المدى القصير ، ولا يجب أبدا أن نهمل واجباتنا للمستقبل عند خدمتنا لحملة الأسهم .

طرقنا فيما سبق موضوع الحرمان من الأطفال ، وأيدنا استخدام التقنيات الحديثة لإنهاء حالات الحمل حسب الرغبة ، وبدئها حيث لم يكن من الممكن أن تبدأ ، ونحن نزرع الأطفال صناعيا من عائلة في عائلة أخرى بواسطة التبني، الذي يعتبر في حد ذاته أسلوبا غير طبيعي ، ويعتمد على أنواع استحدثت بواسطة الأسلاف لأجل بقائنا .

تضطرنا الحياة في شيء معقد مثل مجتمع متحضر إلى استخدام عمليات غاية في التكلفة ، ويمثل تقدم الهندسة الوراثية نهاية لكثير من المعاناة الإنسانية ، وسوف تحمل نظرات حكيمة قيمة إذا كنا سنستخدمها استخداما صحيحا، وسيعمل تغيير جين على التمكين من شفاء عديد من أكثر الأمراض المخيفة التي تعذب المصاب، وسوف نجد جينات مرتبطة بالقدرات الفنية أو بالذاكرة والتي تسبب الإصابة بالسرطان ، وتكون في نفس الوقت سببا للشفاء منه .، وإنه لصورة باهرة ومثيرة . وقد رأينا أن «الإيثار» هو صفة أساسية من صفات الحياة، ولا يمكن أن يباع أو يشتري ، طبقا لروح العصر الفيكتوري التجارية ، ومع ذلك ، فلا بد من أن نتحرى تجنب إساءة استخدام العلم من أجل أن يكسب المضاربون أرباحا على المدى القصير ، بدلا من تحمل المخاطرة على المدى البعيد، وستنشأ قضية الضرر عن هندسة الجينات كذلك ، فتحت ظروف الاتفاقيات الجارية ، لا يوجد ما يمنع شركات تأمين الحياة من السؤال عن القابلية للإصابة بالأمراض الوراثية وتقديم جائزة بسيطة للأفراد الخالين من أمراض وراثية معينة – يسببها خلل جيني، فهل نريد مجتمعا في المستقبل تملأ فيه الوراثة قيمة الشخص ؟ وهل يمكننا أن نسمح للتجارة بأن تقرر مستقبل الجينات ،

فأرضة احتكارات عالمية - كما يمكن أن يحدث فى الزراعة ؟ لا يوجد شىء يخيف فيما يتصل بالهندسة الوراثية، أكثر مما يكمن من خطر من جهاز التلفزة أو السيارات ، أو الطب أو التقنيات ؛ ففى كل حالة لدينا هيئات قائمة لمنع إساءة استخدام أى شىء مستحدث ، لأن ذلك سيفرض التهديد ، بدلا من الطبيعة الخاصة بذلك المستحدث .

وبكل وضوح ، فإننا نحتاج إلى تشريعات بعيدة النظر ، وعقلانية ، وواقعية، فنحن نسمح للبريطانيين أن يدخلوا ولا نسمح لهم بتدخين الماريجوانا ، ونسمح لهم بشراء الكحول ، ولا نسمح لهم بشراء لحم الأبقار المصحوب بالعظم ، ونسمح ببيع الباراسيتامول (الذى يمكن أن يتلف الكبد) ، ولا نسمح ببيع الإيكستازى (الذى يمكنه إتلاف المخ والتوازن) . وكنا من قبل نتدخل فى التكاثر إلى مدى مدهش ، ويجب علينا الآن أن نميز الواقع الذى يقضى بأن الهندسة الوراثية وجدت هنا لتبقى ، فهذا العلم الحديث يضع علامات لمستقبلنا ويحتاج المجتمع إلى أن يحدد بعقلانية ما يقتضيه من ضوابط .

ودعنى أؤكد أن عديدا من التطورات القابلة للمناقشة فى العلوم الحيوية (البيولوجية) لا علاقة لها بالمعالجة الوراثية ، فزراعة يد جديدة فى جذع كلينث هالمان البالغ من العمر ٤٨ عاما فى سبتمبر ١٩٩٨ قد تقدم أملا لذوى الأعضاء المبتورة على الرغم من أن زراعة الأعضاء تدين بدرجة كبيرة لمهارة الأطباء الذين يحاولون قمع الرفض الذى يقوم به الجسم للزراعة ، مستخدمين «نظام هالمان للمناعة» ، فإنه لا يدين بشىء لمهندسى الوراثة .

فى نفس الوقت، قام فريق من العلماء الفرنسيين بتجربة على حشرة «أبو العيد» التى لا تطير للمعاونة فى مقاومتها ، وكانت بويضات تلك الحشرات تنحدر من سلالات عديمة الأجنحة قد عرضت للإشعاع النووى قبل فقسها ، ولكن ذلك كان مسألة مصادفة ، فلم يكن نقل مركب د. ن. أ - ضمن التجربة . ويتم التخطيط حاليا فى بريطانيا لإنتاج بيض دجاج منخفض الكولسترول ومرتفع فى الأحماض الدهنية التى نحتاجها لنبقى أصحاء، ويتم ذلك بتعديل غذاء الدجاج ، وليس بالتلاعب فى جيناتها ، كما أنه توجد عيادات تجارية تقوم بزراعة أجنة فى أرحام سيدات راغبات فى الحمل ، ويحاولون أن يحددوا حتى جنس المولود ، ولكن بدون هندسة وراثية كذلك .

فى رأى ، أننا سنتعلم الأكثر عن طبيعتنا بالنظر إلى خلايانا ككيانات حية ذات عقل خاص بها ، فالخلية المنفردة هى التى تحكم المجال الحيوى ، مستخدمة الجينات لتمرير المعلومات إلى الأجيال المتتابة ، كرسل ، وليست كسادة لها .

وأود هنا أن أحتفى بخلود خلايانا، الذى مكننا من عمل أفضل ما يمكن من وجودنا ككيانات ممتدة البقاء ومتكاثرة ، حيث تعمل على التنسيق بيننا وبين زملائنا وتحسين حياتنا كثيرا . فكلنا بدأنا من خلية مجهرية مثلما بدأت الميكروبات ، وكذلك نبقى على مدار الأجيال ، وهذه الميكروبات سوف تقوم بتدوير بقايانا إلى صور تالية من الحياة ، كما أننا نتعايش معها ونتغذى عليها وهى التى استحدثت بينتنا المضيافة ، وسوف يكون مصيرنا التحول إلى مادة مرة أخرى ، وفى كل يوم نجد أن حياتنا مصبوغة بأصداء آثار طريقة سلوك الخلية الوحيدة ، فنحن جزء من شبكة الحياة ، وتربطنا طبيعتنا الجينية بكل شىء حر وحيد الخلية ينتشر فى هذا الكوكب العجيب الفاتن .

شكل (٥٠) الجينات الهامة على كروموزومات نبات اللوز

رقم الجين	كروموزوم (١)	رقم الجين	كروموزوم (٢)	رقم الجين	كروموزوم (٣)	رقم الجين	كروموزوم (٤)	رقم الجين	كروموزوم (٥)
٠	أ م (ورق مخططة)	٠	غ أ (غمد أبيض)	٠	أ م (أوراق مجمدة)	٠	ب م (بذرة مشوهة)	٠	(صبغة الأنثوسيانين) غوب (عروق وسطى بني اللون) أ م (أنوسيرم هش) ل م (لون مخضوضر) ن ق (نبات قصير)
١٥	غ ن ج (عامل نباتي جاميطي)	١١	غ ل (غياب اللسين)	١٨	م ت (مركز تقزم النبات)	٣٥	ج م (عامل جاميطي)	٣١	أ (أثيرون أحمر)
٢٥	ن ج (ذكر عقيم)	٣٠	أ ل (أوراق لامعة)	٤٠	ع ج (عديم الجنور)	٥٦	ح س (حبة السنبل)	٤٠	ش أ (شريط أصفر)
٢٧	س ح (سنبل حبة)	٤٩	ت أ (تضاعف الأنثوسيانين)	٤٧	ش س (حبة السنبل)	٦٦	ح ل ص (حبة لقاح صغيرة)		
٢٨	ل (لون غلاف الحبة)	٥٦	غ ح (غياب الحبرية)	٦٠	ش ع (شمرخ عار)	٧١	س (أنوسيرم سكري)		
٣٠	م ن (صميت الزيجوت)	٦٨	أ ل (أنوسيرم دقيق)	٧٥	ن ق (نبات قزمي)	٧٤	أ م (أنوسيرم مشوه)		
٥٣	إ ل (انفصال الكروموزومات)	٧٤	م ت ب (مركز تكوين بذرة السنبل)	١٠٣	ل م (اللوز مخضوضر)	٨٤	ت م (مخطيط متوازن)	٧٢	ل م (لون مخضوضر)
٥٩	م د (المناعة ضد الديدان)	٨٣	ل م (اللوز مخضوضر)	١١٥	ل م (اللوز مخضوضر)	١٠٠	أ م (أنوسيرم مشوه)		
٧٥	أ م د (أوراق مخططة بدقة)	١٢٨	ل غ ح ب (لون غلاف الحبة بني)	١٢١	ل غ ح ب (لون غلاف الحبة بني)	١٠٣	ت م (مخطيط متوازن)		
٧٩	ع ق د (عصافة قصيرة الذيل)					١١١	أ م (أنوسيرم مشوه)		
٨٠	م أ (مكث أثيري)						أ م (أنوسيرم مشوه)		
١٠٢	ن م (نورة الملك)						أ م (أنوسيرم مشوه)		
١٢٩	أ غ ح (أوراق خطوطها خضراء)						أ م (أنوسيرم مشوه)		
١٥٦	ع و ب (عروق وسطى بني اللون)						أ م (أنوسيرم مشوه)		

رقم الجين	كروموزوم (٦)	رقم الجين	كروموزوم (٧)	رقم الجين	كروموزوم (٨)	رقم الجين	كروموزوم (٩)	رقم الجين	كروموزوم (١٠)
٠	إ ل ع (القسم اختزالي عديد)	٤	ع ت (عامل تكثيف)	١٤	ل م (لون مخضوضر)	٠	أ م (منقط)	٠	م (مناخة ضد مرض الصنا)
١٣	أ (أنوسيرم أصفر)	١٨	س م (سنبل متفرعة)	٢٨	ش ي (شريط ياباني الشكل)	٧	ل م (لون أخضر مصفر)	١٦	ش ن ق (شريط ذهبي قديم)
٣٣	ل أ ش (لون أخضر شاحب)	٢٢	أ ل (أوراق لامعة)			٢٨	ل م (لون الأليرون)	٢٨	ش م (شريط محطط)
٤٤	ص أ (صبغة الأنثوسيانين)	٣٢	م (مخروط)			٣١	ل ب أ (لون برونزي لأنثوسيانين)	٣٢	ن ذ م (نبات نقي محمر)
٤٥	أ م (أثيرون مبقيع)	٣٦	أ م (أوراق مشقوقة)			٤٤	غ ب ح (غلاف بني الحبة)	٥٧	ت أ (تكوين الأنثوسيانين)
٥٤	ح ل س (حبرية بلون السالمون)	٥٦	أ ب (اليرون بني اللون)			٥٩	ل م (لون مخضوضر)		
٦٢	ن ق (نبات قزمي)	٩٢	ل م ب ج (شمرخ متفرع مدور حديد)			٧١	ل م (لون مخضوضر)		

* عامل وراثي سائد

فهرس

الموضوع	الصفحة
● تقديم	5
● تقدير وعرفان	7
(١) مقدمة	9
(٢) استكشاف الخلية	21
(٣) كيف بدأت الخلايا	61
(٤) تسخير الخلية لصالح الإنسان	79
(٥) الخلايا ضد التلوث	93
(٦) أمراض جديدة	115
(٧) الميكروب الطيب	165
(٨) هندسة الجينات	187
(٩) ماذا تكشف الخلايا من سلوك الإنسان	221
(١٠) آمال فى المستقبل	263

المشروع القومي للترجمة

المشروع القومي للترجمة مشروع تنمية ثقافية بالدرجة الأولى ، ينطلق من الإيجابيات التي حققتها مشروعات الترجمة التي سبقته في مصر والعالم العربي ويسعى إلى الإضافة بما يفتح الأفق على وعود المستقبل، معتمداً المبادئ التالية :

- ١- الخروج من أسر المركزية الأوروبية وهيمنة اللغتين الإنجليزية والفرنسية .
- ٢- التوازن بين المعارف الإنسانية في المجالات العلمية والفنية والفكرية والإبداعية .
- ٣- الانحياز إلى كل ما يؤسس لأفكار التقدم وحضور العلم وإشاعة العقلانية والتشجيع على التجريب .
- ٤- ترجمة الأصول المعرفية التي أصبحت أقرب إلى الإطار المرجعي في الثقافة الإنسانية المعاصرة، جنباً إلى جنب المنجزات الجديدة التي تضع القارئ في القلب من حركة الإبداع والفكر العالميين .
- ٥- العمل على إعداد جيل جديد من المترجمين المتخصصين عن طريق ورش العمل بالتنسيق مع لجنة الترجمة بالمجلس الأعلى للثقافة .
- ٦- الاستعانة بكل الخبرات العربية وتنسيق الجهود مع المؤسسات المعنية بالترجمة .

المشروع القومي للترجمة

١ - اللغة العليا (طبعة ثانية)	جون كوين	ت : أحمد درويش
٢ - الوثنية والإسلام	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بليغ
٣ - التراث المسروق	جورج جيمس	ت : شوقي جلال
٤ - كيف تتم كتابة السيناريو	انجا كاريتنكوفا	ت : أحمد الحضري
٥ - ثريا في غيبوبة	إسماعيل فصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
٦ - اتجاهات البحث اللساني	ميلكا إفيتش	ت : سعد مصلوح / وفاء كامل فايد
٧ - العلوم الإنسانية والفلسفة	لوسيان غولدمان	ت : يوسف الأنطكي
٨ - مشعلو الحرائق	ماكس فريش	ت : مصطفى ماهر
٩ - التغيرات البيئية	أندروس. جودي	ت : محمود محمد عاشور
١٠ - خطاب الحكاية	جيرار جينيت	ت : محمد معصم وعبد الجليل الأزني وعمر حلي
١١ - مختارات	فيسوفا شيمبوريسكا	ت : هناء عبد الفتاح
١٢ - طريق الحرير	ديفيد براونستون وايرين فرانك	ت : أحمد محمود
١٣ - ديانة الساميين	روبرتسن سميث	ت : عبد الوهاب علوب
١٤ - التحليل النفسي والأدب	جان بيلمان نويل	ت : حسن المودن
١٥ - الحركات الفنية	إدوارد لويس سميث	ت : أشرف رفيق عفيقي
١٦ - أثينة السوداء	مارتن برنال	ت : بإشراف / أحمد عثمان
١٧ - مختارات	فيليب لاركين	ت : محمد مصطفى بنوي
١٨ - الشعر النسائي في أمريكا اللاتينية	مختارات	ت : طلعت شاهين
١٩ - الأعمال الشعرية الكاملة	جورج سفيريس	ت : نعيم عطية
٢٠ - قصة العلم	ج. ج. كراوثر	ت : يمنى طريف الخولي / بنوي عبد الفتاح
٢١ - خوخة وألف خوخة	صمد بهرنجي	ت : ماجدة العناني
٢٢ - مذكرات رحالة عن المصريين	جون أنتيس	ت : سيد أحمد علي الناصري
٢٣ - تجلى الجميل	هانز جيورج جادامر	ت : سعيد توفيق
٢٤ - ظلال المستقبل	باتريك بارندر	ت : بكر عباس
٢٥ - مثوى	مولانا جلال الدين الرومي	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٦ - دين مصر العام	محمد حسين هيكل	ت : أحمد محمد حسين هيكل
٢٧ - التنوع البشري الخلاق	مقالات	ت : نخبة
٢٨ - رسالة في التسامح	جون لوك	ت : منى أبو سنه
٢٩ - الموت والوجود	جيمس ب. كارس	ت : بدر الديب
٣٠ - الوثنية والإسلام (ط٢)	ك. مادهو بانيكار	ت : أحمد فؤاد بليغ
٣١ - مصادر دراسة التاريخ الإسلامي	جان سوفاجيه - كلود كاين	ت : عبد الستار الطوجي / عبد الوهاب علوب
٣٢ - الانقراض	ديفيد روس	ت : مصطفى إبراهيم فهمي
٣٣ - التاريخ الاقتصادي لإفريقيا الغربية	أ. ج. هوبكنز	ت : أحمد فؤاد بليغ
٣٤ - الرواية العربية	روجر آلن	ت : حصه إبراهيم المنيف
٣٥ - الأسطورة والحداثة	بول . ب . ديكسون	ت : خليل كلفت

٢٦ - نظريات السرد الحديثة	والاس مارتن	ت : حياة جاسم محمد
٢٧ - واحة سيوة وموسيقاها	بريجيت شيفر	ت : جمال عبد الرحيم
٢٨ - نقد الحداثة	آلن تورين	ت : أنور مغيث
٢٩ - الإغريق والحسد	بيتر والكوت	ت : منيرة كروان
٤٠ - قصائد حب	آن سكستون	ت : محمد عيد إبراهيم
٤١ - ما بعد المركزية الأوروبية	بيتر جران	ت : عاطف أحمد / إبراهيم فتحى / محمود ماجد
٤٢ - عالم ماك	بنجامين بارير	ت : أحمد محمود
٤٣ - اللهب المزدوج	أوكتافيو پاث	ت : المهدي أخريف
٤٤ - بعد عدة أصياف	ألدوس هكسلى	ت : مارلين تادرس
٤٥ - التراث المفقود	روبرت ج دنيا - جون ف أ فاين	ت : أحمد محمود
٤٦ - عشرون قصيدة حب	بابلو نيرودا	ت : محمود السيد على
٤٧ - تاريخ النقد الأدبى الحديث (١)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٤٨ - حضارة مصر الفرعونية	فرانسوا دوما	ت : ماهر جويجاتي
٤٩ - الإسلام فى البلقان	ه . ت . نوريس	ت : عبد الوهاب علوب
٥٠ - ألف ليلة وليلة أو القول الأسير	جمال الدين بن الشيخ	ت : محمد برادة وعثمانى الملود ويوسف الأنطكى
٥١ - مسار الرواية الإسبانية أمريكية	داريو بيانوييا وخ . م بينياليستى	ت : محمد أبو العطا
٥٢ - العلاج النفسى التدعيمى	بيتر . ن . نوفاليس وستيفن . ج . روجسيفيتز وروجر بيل	ت : لطفى فطيم وعادل دمرداش
٥٣ - الدراما والتعليم	أ . ف . ألنجتون	ت : مرسى سعد الدين
٥٤ - المفهوم الإغريقى للمسرح	ج . مايكل والتون	ت : محسن مصيلحى
٥٥ - ما وراء العلم	جون بولكنجهوم	ت : على يوسف على
٥٦ - الأعمال الشعرية الكاملة (١)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود على مكى
٥٧ - الأعمال الشعرية الكاملة (٢)	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمود السيد ، ماهر البطوطى
٥٨ - مسرحيتان	فديريكو غرسية لوركا	ت : محمد أبو العطا
٥٩ - المحبرة	كارلوس مونيث	ت : السيد السيد سهيم
٦٠ - التصميم والشكل	جوهانز ايتين	ت : صبرى محمد عبد الغنى
٦١ - موسوعة علم الإنسان	شارلوت سيمور - سميث	مراجعة وإشراف : محمد الجوهري
٦٢ - لذة النص	رولان بارت	ت : محمد خير البقاعى .
٦٣ - تاريخ النقد الأدبى الحديث (٢)	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٦٤ - برتراند راسل (سيرة حياة)	آلان وود	ت : رمسيس عوض .
٦٥ - فى مدح الكسل ومقالات أخرى	برتراند راسل	ت : رمسيس عوض .
٦٦ - خمس مسرحيات أندلسية	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٦٧ - مختارات	فرناندو بيسوا	ت : المهدي أخريف
٦٨ - نتاشا العجوز وقصص أخرى	فالنتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
٦٩ - العالم الإسلامى فى أوائل القرن العشرين	عبد الرشيد إبراهيم	ت : أحمد فؤاد متولى وهويدا محمد فهمى
٧٠ - ثقافة وحضارة أمريكا اللاتينية	أوخينيو تشانج رودريجت	ت : عبد الحميد غلاب وأحمد حشاد
٧١ - السيدة لا تصلح إلا للرمى	داريو فو	ت : حسين محمود

- ٧٢ - السياسى العجوز ت . س . إليوت
- ٧٣ - نقد استجابة القارئ جين . ب . توميكنز
- ٧٤ - صلاح الدين والممالك فى مصر ل . ا . سيمينوفا
- ٧٥ - فن التراجم والسير الذاتية أندريه موروا
- ٧٦ - چاك لاكان وإغواء التحليل النفسى مجموعة من الكتاب
- ٧٧ - تاريخ النقد الألبى الحديث ج ٢ رينيه ويليك
- ٧٨ - العولة : النظرية الاجتماعية والثقافة الكونية رونالد روبرتسون
- ٧٩ - شعرية التأليف بوريس أوسبينسكى
- ٨٠ - بوشكين عند «نافورة الدموع» ألكسندر بوشكين
- ٨١ - الجماعات المتخيلة بندكت أندرسن
- ٨٢ - مسرح ميغيل ميغيل دى أونامونو
- ٨٣ - مختارات غوتفريد بن
- ٨٤ - موسوعة الأدب والنقد مجموعة من الكتاب
- ٨٥ - منصور الحلاج (مسرحية) صلاح زكى أقطاي
- ٨٦ - طول الليل جمال مير صادقى
- ٨٧ - نون والقلم جلال آل أحمد
- ٨٨ - الابتلاء بالتغرب جلال آل أحمد
- ٨٩ - الطريق الثالث أنتونى جينز
- ٩٠ - وسم السيف (قصص) نخبة من كُتاب أمريكا اللاتينية
- ٩١ - المسرح والتجريب بين النظرية والتطبيق باربر الاسوستكا
- ٩٢ - أساليب ومضامين المسرح كارلوس ميغل
- ٩٣ - محدثات العولة مايك فيذرستون وسكوت لاش
- ٩٤ - الحب الأول والصحية صمويل بيكيت
- ٩٥ - مختارات من المسرح الإسباني أنطونيو بويزو بايخو
- ٩٦ - ثلاث زنيقات ووردة قصص مختارة
- ٩٧ - هوية فرنسا (مج ١) فرنان برودل
- ٩٨ - الهم الإنسانى والابتزاز الصهيونى نماذج ومقالات
- ٩٩ - تاريخ السينما العالمية ديفيد روبنسون
- ١٠٠ - مساعلة العولة بول هيرست وجراهام توميسون
- ١٠١ - النص الروائى (تقنيات ومناهج) بيرنار فاليط
- ١٠٢ - السياسة والتسامح عبد الكريم الخطيبى
- ١٠٣ - قبر ابن عربى يليه آباء عبد الوهاب المؤدب
- ١٠٤ - أوبرا ماهوجنى برتولت بريشت
- ١٠٥ - مدخل إلى النص الجامع جيرارچينيت
- ١٠٦ - الأدب الأندلسى د. ماريا خيسوس روبييرامتى
- ١٠٧ - صورة الفدائى فى الشعر الأمريكى المعاصر نخبة
- ت : فؤاد مجلى
- ت : حسن ناظم وعلى حاكم
- ت : حسن بيومى
- ت : أحمد درويش
- ت : عبد المقصود عبد الكريم
- ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
- ت : أحمد محمود ونورا أمين
- ت : سعيد الغانمى وناصر حلاوى
- ت : مكارم الغمرى
- ت : محمد طارق الشرقاوى
- ت : محمود السيد على
- ت : خالد المعالى
- ت : عبد الحميد شيحة
- ت : عبد الرازق بركات
- ت : أحمد فتحى يوسف شتا
- ت : ماجدة العنانى
- ت : إبراهيم الدسوقى شتا
- ت : أحمد زايد ومحمد محبى الدين
- ت : محمد إبراهيم مبروك
- ت : محمد هناء عبد الفتاح
- ت : نادية جمال الدين
- ت : عبد الوهاب علوب
- ت : فوزية العشماوى
- ت : سرى محمد محمد عبد اللطيف
- ت : إدوار الخراط
- ت : بشير السباعى
- ت : أشرف الصباغ
- ت : إبراهيم قنديل
- ت : إبراهيم فتحى
- ت : رشيد بنحدو
- ت : عز الدين الكتانى الإدريسى
- ت : محمد بنيس
- ت : عبد الغفار مكاوى
- ت : عبد العزيز شبيب
- ت : أشرف على دعدور
- ت : محمد عبد الله الجعيدى

١٠٨ - ثلاث دراسات عن الشعر الأندلسي	مجموعة من النقاد	ت : محمود على مكى
١٠٩ - حروب المياه	جون بولوك وعادل درويش	ت : هاشم أحمد محمد
١١٠ - النساء فى العالم النامى	حسنه بيجوم	ت : منى قطان
١١١ - المرأة والجريمة	فرانسيس هيندسون	ت : ريهام حسين إبراهيم
١١٢ - الاحتجاج الهادئ	أرلين علوى ماكليود	ت : إكرام يوسف
١١٣ - راية التمرد	سادى پلانت	ت : أحمد حسان
١١٤ - مسرحيتا حصاد كونجى وسكان المستنق	وول شوينكا	ت : نسيم مجلى
١١٥ - غرفة تخص المرء وحده	فرچينيا وولف	ت : سمىة رمضان
١١٦ - امرأة مختلفة (درية شفيق)	سينثيا نلسون	ت : نهاد أحمد سالم
١١٧ - المرأة والجنوسة فى الإسلام	ليلى أحمد	ت : منى إبراهيم ، وهالة كمال
١١٨ - النهضة النسائية فى مصر	بث بارون	ت : لميس النقاش
١١٩ - النساء والأسرة وقوانين الطلاق	أميرة الأزهرى سنيل	ت : بإشراف/ رؤوف عباس
١٢٠ - الحركة النسائية والتطور فى الشرق الأوسط	ليلى أبو لغد	ت : نخبة من المترجمين
١٢١ - الدليل الصغير فى كتابة المرأة العربية	فاطمة موسى	ت : محمد الجندى ، وإيزابيل كمال
١٢٢ - نظام العبودية القديم ونموذج الإنسان	جوزيف فوجت	ت : منيرة كروان
١٢٣ - الإمبراطورية العثمانية وعلاقاتها الدولية	نيل الكسندر وفناولين	ت: أنور محمد إبراهيم
١٢٤ - الفجر الكاذب	جون جراى	ت : أحمد قواد يلىع
١٢٥ - التحليل الموسيقى	سيدريك ثورپ ديفى	ت : سمحه الخولى
١٢٦ - فعل القراءة	قولفانج إيسر	ت : عبد الوهاب علوب
١٢٧ - إرهاب	صفاء فتحى	ت : بشير السباعى
١٢٨ - الأدب المقارن	سوزان باسنيت	ت : أميرة حسن نويرة
١٢٩ - الرواية الاسبانية المعاصرة	ماريا دولورس أسيس جاروته	ت : محمد أبو العطا وآخرون
١٣٠ - الشرق يصعد ثانية	أندريه جوتدر فرانك	ت : شوقى جلال
١٣١ - مصر القديمة (التاريخ الاجتماعى)	مجموعة من المؤلفين	ت : لويس بقطر
١٣٢ - ثقافة العولة	مايك فيذرستون	ت : عبد الوهاب علوب
١٣٣ - الخوف من المرايا	طارق على	ت : طلعت الشايب
١٣٤ - تشريح حضارة	بارى ج. كيغب	ت : أحمد محمود
١٣٥ - المختار من نقد ت. س. إليوت (ثلاثة أجزاء)	ت. س. إليوت	ت : ماهر شفيق فريد
١٣٦ - قلاحو الباشا	كينيث كونو	ت : سحر توفيق
١٣٧ - منكرات ضابط فى الحطة الفرنسية	جوزيف مارى مواريه	ت : كاميليا صبحى
١٣٨ - عالم التليفزيون بين الجمال والعنف	إيفلين تارونى	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٣٩ - پارسيغال	ريشارد فاچنر	ت : مصطفى ماهر
١٤٠ - حيث تلتقى الأنهار	هربرت ميسن	ت : أمل الجبورى
١٤١ - اثنتا عشرة مسرحية يونانية	مجموعة من المؤلفين	ت : نعيم عطية
١٤٢ - الإسكندرية : تاريخ ودليل	أ. م. فورستر	ت : حسن بيومى
١٤٣ - قضايا التطير فى البحث الاجتماعى	بيريك لايدار	ت : عدلى السمرى
١٤٤ - صاحبة اللوكاندة	كارلو جولونى	ت : سلامة محمد سليمان

١٤٥ - موت أرتيميو كروث	كارلوس فويتس	ت : أحمد حسان
١٤٦ - الورقة الحمراء	ميجيل دى ليبس	ت : على عبد الرؤوف البمبي
١٤٧ - خطبة الإدانة الطويلة	تانكريد دورست	ت : عبد الغفار مكاوي
١٤٨ - القصة القصيرة (النظرية والتقنية)	إنريكي أندرسون إمبرت	ت : على إبراهيم على منوفى
١٤٩ - النظرية الشعرية عند إليوت وأبونيس	عاطف فضول	ت : أسامة إسبر
١٥٠ - التجربة الإغريقية	روبرت ج. ليتمان	ت : منيرة كروان
١٥١ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ١)	فرنان برودل	ت : بشير السباعي
١٥٢ - عدالة الهنود وقصص أخرى	نخبة من الكتاب	ت : محمد محمد الخطابي
١٥٣ - غرام الفراعنة	فيولين فاتويك	ت : فاطمة عبد الله محمود
١٥٤ - مدرسة فرانكفورت	فيل سليتر	ت : خليل كلفت
١٥٥ - الشعر الأمريكي المعاصر	نخبة من الشعراء	ت : أحمد مرسى
١٥٦ - المدارس الجمالية الكبرى	جى أنبال وآلان وأوديت فيرمو	ت : مى التلمساني
١٥٧ - خسرو وشيرين	النظامى الكنجوى	ت : عبد العزيز بقوش
١٥٨ - هوية فرنسا (مج ٢ ، ج ٢)	فرنان برودل	ت : بشير السباعي
١٥٩ - الإيديولوجية	ديفيد هوكس	ت : إبراهيم فتحى
١٦٠ - آلة الطبيعة	بول إيرليش	ت : حسين بيومى
١٦١ - من المسرح الإسباني	اليخاندرو كاسونا وأنطونيو جالا	ت : زيدان عبد الحليم زيدان
١٦٢ - تاريخ الكنيسة	يوحنا الأسيرى	ت : صلاح عبد العزيز محجوب
١٦٣ - موسوعة علم الاجتماع ج ١	جوردون مارشال	ت : بإشراف : محمد الجوهري
١٦٤ - شامبوليون (حياة من نور)	جان لوكوتير	ت : نبيل سعد
١٦٥ - حكايات الثعلب	أ. ن أفانا سيفا	ت : سهير المصادفة
١٦٦ - العلاقات بين المتنبيين والعلمانيين في إسرائيل	يشعياهو ليفمان	ت : محمد محمود أبو غدير
١٦٧ - في عالم طاغور	رابندراناث طاغور	ت : شكرى محمد عياد
١٦٨ - دراسات في الأدب والثقافة	مجموعة من المؤلفين	ت : شكرى محمد عياد
١٦٩ - إبداعات أدبية	مجموعة من المبدعين	ت : شكرى محمد عياد
١٧٠ - الطريق	ميفيل دليبيس	ت : بسام ياسين رشيد
١٧١ - وضع حد	فرانك بيجو	ت : هدى حسين
١٧٢ - حجر الشمس	مختارات	ت : محمد محمد الخطابي
١٧٣ - معنى الجمال	ولتر ت. ستيس	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٧٤ - صناعة الثقافة السوداء	ايليس كاشمور	ت : أحمد محمود
١٧٥ - التليفزيون في الحياة اليومية	لورينزو فيلشس	ت : وجيه سمعان عبد المسيح
١٧٦ - نحو مفهوم للاقتصاديات البيئية	توم تيتنبرج	ت : جلال البنا
١٧٧ - أنطون تشيخوف	هنرى تروايا	ت : حصّة إبراهيم منيف
١٧٨ - مختارات من الشعر اليوناني الحديث	نخبة من الشعراء	ت : محمد حمدي إبراهيم
١٧٩ - حكايات أيسوب	أيسوب	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٠ - قصة جاويد	إسماعيل فصيح	ت : سليم عبدالأمير حمدان
١٨١ - النقد الأدبي الأمريكي	فنسنت . ب . ليتش	ت : محمد يحيى

١٨٢ - العنف والنبوة	و . ب . بيتس	ت : ياسين طه حافظ
١٨٣ - جان كوكو على شاشة السينما	رينيه چيلسون	ت : فتحى العشرى
١٨٤ - القاهرة .. حاملة لا تنام	هانز إيندورفر	ت : دسوقي سعيد
١٨٥ - أسفار العهد القديم	توماس تومسن	ت : عبد الوهاب علوب
١٨٦ - معجم مصطلحات هيجل	ميخائيل أنورد	ت : إمام عبد الفتاح إمام
١٨٧ - الأرضة	بُرُجْ علوى	ت : علاء منصور
١٨٨ - موت الأدب	القين كرنان	ت : بدر الديب
١٨٩ - العمى والبصيرة	پول دى مان	ت : سعيد الغانمى
١٩٠ - محاورات كونفوشيوس	كونفوشيوس	ت : محسن سيد فرجاني
١٩١ - الكلام رأسمال	الحاج أبو بكر إمام	ت : مصطفى حجازى السيد
١٩٢ - سياحتنامه إبراهيم بيك	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
١٩٣ - عامل النجم	بيتر أبراهامز	ت : محمد عبد الواحد محمد
١٩٤ - مختارات من النقد الأنطو - أمريكى	مجموعة من النقد	ت : ماهر شفيق فريد
١٩٥ - شتاء ٨٤	إسماعيل قصيح	ت : محمد علاء الدين منصور
١٩٦ - المهلة الأخيرة	فالتين راسبوتين	ت : أشرف الصباغ
١٩٧ - الفاروق	شمس العلماء شبلى النعمانى	ت : جلال السعيد الحفناوى
١٩٨ - الاتصال الجماهيرى	إدوين إمري وآخرون	ت : إبراهيم سلامة إبراهيم
١٩٩ - تاريخ يهود مصر فى الفترة العثمانية	يعقوب لاندوى	ت : جمال أحمد الرفاعى وأحمد عبد اللطيف حماد
٢٠٠ - ضحايا التنمية	جيرمى سيبوك	ت : فخرى لبيب
٢٠١ - الجانب الدينى للفلسفة	جوزايا رويس	ت : أحمد الأنصارى
٢٠٢ - تاريخ النقد الأنبى الحديث ج٤	رينيه ويليك	ت : مجاهد عبد المنعم مجاهد
٢٠٣ - الشعر والشاعرية	ألفاف حسين حالى	ت : جلال السعيد الحفناوى
٢٠٤ - تاريخ نقد العهد القديم	زالمان شاراز	ت : أحمد محمود هويدى
٢٠٥ - الجينات والشعوب واللغات	لويجى لوقا كافاللى - سفورزا	ت : أحمد مستجير
٢٠٦ - الهبولة تصنع علماً جديداً	جيمس جلايك	ت : على يوسف على
٢٠٧ - ليل إفريقى	رامون خوتاستدير	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٠٨ - شخصية العربى فى المسرح الإسرائيلى	دان أوريان	ت : محمد أحمد صالح
٢٠٩ - السرد والمسرح	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٠ - مثنويات حكيم سنائى	سنائى الغزنوى	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١١ - فردينان دوسوسير	جوناثان كلر	ت : محمود حمدى عبد الغنى
٢١٢ - قصص الأمير مرزبان	مرزبان بن رستم بن شروين	ت : يوسف عبد الفتاح فرج
٢١٣ - مصر منذ قوم بلطون حتى رحيل عبد الناصر	ريمون فلاور	ت : سيد أحمد على الناصرى
٢١٤ - قواعد جديدة للمنهج فى علم الاجتماع	أنتونى جیدنز	ت : محمد محمود محى الدين
٢١٥ - سياحت نامه إبراهيم بيك ج٢	زين العابدين المراغى	ت : محمود سلامة علاوى
٢١٦ - جوانب أخرى من حياتهم	مجموعة من المؤلفين	ت : أشرف الصباغ
٢١٧ - مسرحيتان طبيعيتان	صمويل بيكيت	ت : نادية البنهاوى
٢١٨ - رايولا	خوليو كورتازان	ت : على إبراهيم على منوفى

٢١٩ - بقايا اليوم	كازو ايشجورو	ت : طلعت الشايب
٢٢٠ - الهبولية في الكون	باري باركر	ت : على يوسف على
٢٢١ - شعرية كفاقي	جريجورى جوزداتيس	ت : رفعت سلام
٢٢٢ - فرانز كافكا	رونالد جراي	ت : نسيم مجلى
٢٢٣ - العلم في مجتمع حر	بول فيرابنر	ت : السيد محمد نقادى
٢٢٤ - دمار يوغسلافيا	برانكا ماجاس	ت : منى عبد الظاهر إبراهيم السيد
٢٢٥ - حكاية غريق	جابريل جارتيا ماركث	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٦ - أرض المساء وقصائد أخرى	ديفيد هربت لورانس	ت : طاهر محمد على اليريرى
٢٢٧ - المسرح الإسباني في القرن السابع عشر	موسى مارديا ديف بوركى	ت : السيد عبد الظاهر عبد الله
٢٢٨ - علم الجمالية وعلم اجتماع الفن	جانيت وولف	ت : ماري تيريز عبد المسيح وخالد حسن
٢٢٩ - مأزق البطل الوحيد	نورمان كيمن	ت : أمير إبراهيم العمرى
٢٣٠ - عن الذباب والفئران والبشر	فرانسواز جاكوب	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣١ - الدرافيل	خايمي سالوم بيدال	ت : جمال أحمد عبد الرحمن
٢٣٢ - مابعد المعلومات	توم ستينر	ت : مصطفى إبراهيم فهمى
٢٣٣ - فكرة الاضمحلال	أرثر هيرمان	ت : طلعت الشايب
٢٣٤ - الإسلام في السودان	ج. سبنسر تريمنجهام	ت : فؤاد محمد عكود
٢٣٥ - ديوان شمس تبريزى ج ١	جلال الدين الرومى	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٣٦ - الولاية	ميشيل تود	ت : أحمد الطيب
٢٣٧ - مصر أرض الوادى	روبين فيدين	ت : عنايات حسين طلعت
٢٣٨ - العولة والتحرير	الانكتاد	ت : ياسر محمد جاد الله وعربى مديولى أحمد
٢٣٩ - العربى فى الأدب الإسرائيلى	جيلارافر - رايوخ	ت : نادية سليمان حافظ وإيهاب صلاح فائق
٢٤٠ - الإسلام والغرب وإمكانية الحوار	كامى حافظ	ت : صلاح عبد العزيز محمود
٢٤١ - فى انتظار البرابرة	ك. م كويتز	ت : ابتسام عبد الله سعيد
٢٤٢ - سبعة أنماط من الغموض	وليام إمبسون	ت : صبرى محمد حسن عبد النبى
٢٤٣ - تاريخ إسبانيا الإسلامية ج ١	ليفى بروفنسال	ت : مجموعة من المترجمين
٢٤٤ - الغليان	لاورا إسكيبيل	ت : نادية جمال الدين محمد
٢٤٥ - نساء مقاتلات	إليزابيتا أديس	ت : توفيق على منصور
٢٤٦ - قصص مختارة	جابريل جرتيا ماركث	ت : على إبراهيم على منوفى
٢٤٧ - الثقافة الجماهيرية والحدثة فى مصر	ولتر أرمبرست	ت : محمد الشرقاوى
٢٤٨ - حقول عدن الخضراء	أنطونيو جالا	ت : عبد اللطيف عبد الحليم
٢٤٩ - لغة التمزق	دراجو شتامبيوك	ت : رفعت سلام
٢٥٠ - علم اجتماع العلوم	دومنيك فينك	ت : ماجدة أباطة
٢٥١ - موسوعة علم الاجتماع ج ٢	جوردون مارشال	ت : بإشراف : محمد الجوهري
٢٥٢ - رائدات الحركة النسوية المصرية	مارجو بدران	ت : على بدران
٢٥٣ - تاريخ مصر الفاطمية	ل. أ. سيمينوفا	ت : حسن بيومى
٢٥٤ - الفلسفة	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٥ - أفلاطون	ديف روبنسون وجودى جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام

٢٥٦ - ديكارت	ديف روبنسون وجود، جروفز	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٥٧ - تاريخ الفلسفة الحديثة	وليم كلى رايت	ت : محمود سيد أحمد
٢٥٨ - الفجر	سير أنجوس فريزر	ت : عبادة كُحيلة
٢٥٩ - مختارات من الشعر الأرمني	نخبة	ت : فاروچان كازانچيان
٢٦٠ - موسوعة علم الاجتماع ج٢	جورنون مارشال	ت : بإشراف : محمد الجوهري
٢٦١ - رحلة في فكر زكي نجيب محمود	زكي نجيب محمود	ت : إمام عبد الفتاح إمام
٢٦٢ - مدينة المعجزات	إيوارد مندوتا	ت : محمد أبو العطا عبد الرؤوف
٢٦٣ - الكشف عن حافة الزمن	جون جرين	ت : على يوسف على
٢٦٤ - إبداعات شعرية مترجمة	هوراس / شلى	ت : لويس عوض
٢٦٥ - روايات مترجمة	أوسكار وايلد وصموئيل جونسون	ت : لويس عوض
٢٦٦ - مدير المدرسة	جلال آل أحمد	ت : عادل عبد المنعم سويلم
٢٦٧ - فن الرواية	ميلان كونديرا	ت : بدر الدين عروكي
٢٦٨ - ديوان شمس تبريزي ج٢	جلال الدين الرومي	ت : إبراهيم الدسوقي شتا
٢٦٩ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج١	وليم جيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧٠ - وسط الجزيرة العربية وشرقها ج٢	وليم جيفور بالجريف	ت : صبرى محمد حسن
٢٧١ - الحضارة الغربية	توماس سى . باترسون	ت : شوقي جلال
٢٧٢ - الأديرة الأثرية في مصر	س. س. والترز	ت : إبراهيم سلامة
٢٧٣ - الاستعمار والثورة في الشرق الأوسط	جوان آر. لوك	ت : عنان الشهاوى
٢٧٤ - السيدة بربارا	رومولو جلاجوس	ت : محمود على مكى
٢٧٥ - ت. س. إليوت شاعرًا وناقدًا وكاتبًا مسرحيًا	أقلام مختلفة	ت : ماهر شفيق فريد
٢٧٦ - فنون السينما	فرانك جوتيران	ت : عبد القادر التلمساني
٢٧٧ - الجينات : الصراع من أجل الحياة	بريان فورد	ت : أحمد فوزى

طبع بالهيئة العامة لشئون المطابع الأميرية

رقم الإيداع ١٠٢٤٥ / ٢٠٠١

